

વિદ્યાપીઠપાઠ્ય-પુસ્તક ૨૬ નું.

# પ્રાકૃતિક ભૂગોળ



પ્રકાશક,  
વિદ્યુલક્ષ્મી, મગનલાલ કોઠારી,  
ગુજરાત વિદ્યાપીઠ-અમદાવાદ.

ક્રી.પ્ર. ૩. • ૧૨-૦

ગુજરાત વિદ્યાપીઠ ગ્રંથાલય

[ ગુજરાતી કૉપીરાઈટ વિભાગ ]

અનુક્રમાંક ૧૨૪૭૮ વર્ગિક

પુસ્તકનું નામ યાદશીલ્પ ભગોળ

વિષય ૨૧

વિદ્યાપીઠપાઠ્ય-પુસ્તક ૨૯ મું

# પ્રાકૃતિક ભૂગોળ



લેખક

છોટાસાલ બાલકૃષ્ણ પુરાણી,

આચાર્ય, રાષ્ટ્રીય વિનય મંદિર, ભરૂચ



સં. ૧૯૮૧

---

મૂલ્ય બાર આના

ગુજરાત વિદ્યાપીઠ ગ્રંથાલય  
અમદાવાદ  
ગુજરાતી ઑપીરાઈટ-સંગ્રહ  
પ્રકાશક-વિઠ્ઠલદાસ મગનલાલ કેઠારી,  
ગુજરાત વિદ્યાપીઠ, અમદાવાદ

પુસ્તક સમિતિના સં. ૧૯૮૦ ના અધાડ વદ ૩ ના ઠરાવ  
૧૯ માને અનુસરી પ્રકાશિત.

પ્રથમાવૃત્તિ-વ્રત ૧૦૦૦

સુદક-દેવીદાસ હમનલાલ પરીખ,  
બી ડાયમંડ બુઝિલ્લી પ્રિન્ટીંગ પ્રેસ,  
અમદાવાદ

## પ્રસ્તાવના

પૃથ્વી ઉપર આપણે રહીએ છીએ. તેની જોડે આપણે નિકટ સંબંધ છે. આપણા જીવનનો આધાર એ પૃથ્વીની પેદાશો ઉપરજ છે. એ પૃથ્વીનાં અનેક સુંદર દ્રવ્યો આપણા જીવનને રસમય બનાવે છે. શાંત ગંભીર પ્રવાહથી વહેતી વિશાળ નદી, પર્વતનાં શિરોભાગ ઉપરથી નાચી કૂદી પડતાં ઝરણાં, વેગથી ધસી આવતાં નગઝરા, ઊંચા-નીચા ઉછળતાં મોજાવાળો ગંભીર સમુદ્ર, ગગનચુખી શિખરોવાળા પર્વતોની હારો-આ બધાં દ્રવ્યો મનને કેવો નિર્દોષ આનંદ આપે છે !

એ પૃથ્વીના મુખપૃષ્ઠની વિવિધતાઓનાં કારણ સમજાવવાનો યત્ન આ પુસ્તકમાં કરેલો છે. નાના વિદ્યાર્થીઓની જાણાસા પેષાય, જાગૃત થાય, અને એને સૃષ્ટિના ચમત્કારો જોવા સમજવામાં રસ પડે એમ કરવાનો આ પુસ્તકનો ઉદ્દેશ છે.

પ્રાકૃતિક જુગોળમાં સામાન્ય રીતે આવતા વિષયોમાંના ઘણા આમાં નથી તથા તેમાં ન આવતી કેટલીક આપતો છે. આ પુસ્તકમાં મેં મારી દૃષ્ટિ પૃથ્વી તથા તેના મુખપૃષ્ઠની વિવિધતા સમજાવવાપર મુખ્યત્વે રાખી છે. આથી હવા તથા તેના ધર્મો, પ્રવાહો વગેરે આખત તેમજ સમુદ્રની ભરતીઓત તથા તેનાં કારણ મેં ચર્ચા નથી. હવા તથા તેના ધર્મ અને પ્રવાહોનો વિષય ખરૂં જોતાં વાયુવિજ્ઞાનમાં આવવો જોઈએ. પૃથ્વી તથા તેના મુખપૃષ્ઠની માહિતી આપ્યા બાદ જૂસ્તર વિજ્ઞાનો કંઈક પરિચય કરાવવાનો યત્ન મેં કર્યો છે. આથી પુસ્તકની ઉપયોગિતા ઘટતી નથી પણ વધે છે એમ હું માનું છું. જાણાઓમાં સૃષ્ટિ-અભ્યાસ (નિચર-સ્ટડી)ના શિક્ષણમાં આ પુસ્તક શિક્ષકોને માર્ગદર્શક થશે એમ હું માનું છું, કારણ કે જૂસ્તર વિજ્ઞાનની ઉપયોગી અને જાણવા જેઠી માહિતી એ પૂરી પાડે છે. આમ

હોવાથી એ ભાગનો એક જુદા ખંડમાં સમાવેશ કરેલો છે. એ ખંડમાં પ્રકરણો પાડવાં રહી ગયાં છે, પણ વિચાર કરતાં તે ઠીકજી થયું એમ લાગે છે; કારણ કે એ ખંડનો વિષય ખાસ પ્રકારનો હોવાથી સાધારણ અભ્યાસી પાઠ્યપુસ્તક તરીકે એને ન વાંચે પણ જેને જરૂર જણાય અથવા રસ હોય તેજ વાંચે એમ થવા સંભવ છે. આકૃતિઓ મૂકવાથી પુસ્તકની ઉપયોગિતા વધી છે. ભવિષ્યમાં વાયુવિજ્ઞાન તથા દુનિયાના જુદા જુદા ખંડોની પ્રદેશાનુસાર ભૂગોળની શ્રેણી લખવા ધારણા છે. ઇશ્વરની ઇચ્છા હશે તો એ પાર પડશે.

અષાઢી એકાદશી,

સં. ૧૯૮૧

}

છાયાલાલ બાલકૃષ્ણ પુરાણી

આચાર્ય, રાષ્ટ્રીય વિનય મંદિર, ભરૂચ

## શુદ્ધિપત્રક

ખુલાસો પૃષ્ઠ ૧૫ મા ઉપરના પહેલાજ પેરામાં કાંઈકે જેરસમજૂત થવા સંભવ છે. “આપણા જ્યોતિષ શાસ્ત્રમાં.....કેતુ” એ વાક્ય પેરામાં સૌથી છેલ્લે વાંચવાથી જેરસમજૂત નહિ થાય. આપણા જ્યોતિષ શાસ્ત્રમાં રાહુ તથા કેતુને ગ્રહ ગણ્યા છે, પણ ખરૂં જોતાં એવા ગ્રહો સૂર્યમંડળમાં છે જ નહિ; પણ પૃથ્વી અને ચંદ્રના ભ્રમણ માર્ગના સંપાતબિન્દુઓ (nodes) માટે એ નામો યોગ્યતાં છે.

૫૧ તુલ્લી	અશુદ્ધ	શુદ્ધ
૫૨ નીચેથી ૩ જી	માંછલી	માંછલી
૫૩ „ ૭ મી	પરવાળાનાં	પરવાળાના
૫૬ —	પ્રકરણ ૬૬	પ્રકરણ ૭૫.
૫૭ ૧૮ મી	ધરતી કેપ	ધરતીકેપ
૬૫ નીચેથી ૬૬	વિનાશ કરેલ	વિનાશક રેલ
૭૪ „ ૪થી	સ્વસ્થાનો	સંસ્થાનો
૭૬ ૭ મી	પણ પછીના થરોમાં અને પછીના થરોમાંપણ	
૮૩ ૨ જી	સાંધવાળાં	સાંધવાળા
„ નીચેથી ૨ જી	ગ વ	ચ વ



## પ્રાકૃતિક ભૂગોળ

### અનુક્રમણિકા

ખંડ ૧ લો

- પ્ર. ૧જી—પૃથ્વી—પૃથ્વીનો આકાર (૧); પૃથ્વીની ગતિઓ—  
ભ્રમણગતિ (૪); પ્રદક્ષિણા ગતિ (૭); ઋતુઓ (૮);  
કટિબંધો (૧૪); સૂર્યમંડળ (૧૫); પૃથ્વીનો સામાન્ય  
દેખાવ (૧૬); દરિયા અને જમીનની સરખામણી (૧૭)—૧-૧૮
- પ્ર. ૨જી—પૃથ્વી અને તેનાં આવરણ—ત્રણ પડા (૧૮);  
વાતાવરણની ઘટના (૧૯); વિસ્તાર (૨૪); ગરમી તથા  
ઘટપણ (૨૫); વાયુની ગતિ (૨૭); જળાવરણ (૨૭);  
ભૂમિનું પડ (૨૯) ૧૮-૨૯
- પ્ર. ૩જી—પૃથ્વી પર થતા ફેરફારો ૨૯-૩૧
- પ્ર. ૪થી—જળાનું કાર્ય—(૩૧); જમીનની અંદર ઉતરી  
ગયેલું પાણી (૩૩); ઉપરથી વહેતું પાણી (૩૫); નદીનું  
કાર્ય (૩૬); ધોવાણ કાર્ય (૩૬); ધોવાણ કરેલા પદાર્થોનું  
સ્થાનાંતર (૩૮) ૩૧-૪૧
- પ્ર. ૫મી—જળાનું કાર્ય (આણ)—સમુદ્રનું કાર્ય (૪૧); હિમનદી  
(૪૪) ૪૧-૪૮
- પ્ર. ૬ઠ્ઠી—હવાકાર્ય—(૪૮); ગરમીનું કાર્ય (૪૯); સજીવ  
દેહીઓનું કાર્ય—વનસ્પતિનું કાર્ય (૫૧); પ્રાણીનું કાર્ય (૫૨);  
પરવાળાના જંતુ (૫૩); રાસાયનિક કાર્ય (૫૫) ૪૮-૫૬



૩. ઉચું—ભૂગર્ભમાં કાર્ય કરતાં બળ-પૃથ્વીની અંદરની ગરમી (૫૮); જ્વાળામુખી પર્વત-કાર્ય (૬૧); જ્વાળામુખીનાં આકાર તથા કદ (૬૨); ક્રિયાવત્ અથવા ફાટતો જ્વાળામુખી (૬૩); પૃથ્વીપર અગ્નિશૈલોની વહેંચણી (૬૭); ધરતીકંપ (૬૯); પૃથ્વીના પોપડાનું ઉપસવું અને દબાવું (૭૩). ૫૬-૭૪

### ખંડ રજો—સ્તરમય શિલાઓ.

જલકૃત શિલાઓ—નાકર શિલા કેમ થાય છે (૭૬); સ્તરપર્વ (૭૭); નમન કોણ (૭૮); વિસ્તાર રેખા (૭૯); સ્તરની ગડીઓ (૭૯); અસંગતતા (૮૨); સ્તરશિલામાં સાંધા (૮૨); સ્તરભંગ (૮૩) ૭૪-૮૫

અગ્નિકૃત શિલાઓ— ૮૫-૯૧

વિકૃત શિલાઓ— ૯૧-૯૫

ઐતિહાસિક ભૂસ્તરવિદ્યા— ૯૫-૧૦૧



# પ્રાકૃતિક ભૂગોળ

## પ્રકરણ ૧ ભૂં

આપણે પૃથ્વી ઉપર વસીએ છીએ. એ પૃથ્વી આપણને ધારણ કરે છે એટલુંજ નહિ પણ પોતાની અંદર પાકતાં અન્નથી આપણને પોષે છે. આપણા જીવનના આધાર રૂપી ભગવતી વસુધરા વિષે આપણે સારી માહિતી મેળવવી જોઈએ. જેમ આપણને તેનો વધારે પરિચય થાય તેમ આપણે તેમાંથી વધારે લાભ મેળવી શકીએ. તેનું તો નિત્ય કામ રહ્યું, તેની ઉપર જીવનનો આધાર રહ્યો અને તેને વિષે કંઈ ન જાણીએ તે કેમ અને ? કેાઈ રાજને પોતાના દેશની પૂરી માહિતી ન હોય તે રાજ્ય કેવી રીતે કરી શકે ? જે ખેડુતને પોતાની જમીન વિષે માહિતી ન હોય તે તેને સુધારે પણ શું અને તેમાં સારી ખેડ પણ શું કરે ?

પ્રથમ પ્રશ્ન એ થાય છે કે પૃથ્વી છે કેવી ?

### પૃથ્વીનો આકાર.

ખગોળવેત્તાઓ કહે છે કે ચન્દ્ર અને સૂર્યની પેઠે પૃથ્વી પણ ગોળ છે. આ વાત સાંભળીને આપણને નવાઈ લાગે છે. આપણે સાંજે ફરવા જઈએ, આગાહીમાં બેસી મુંબઈથી અમદાવાદ કે છેક કલકત્તે જઈએ, પણ તેવી મુસાફરી દરમિયાન કોઈ ઠેકાણે પૃથ્વી ગોળ છે એવો ભાસ થાય તેવું કંઈ જોવામાં આવતું નથી. પૃથ્વી તો મેળના જેવી સપાટ જણાયા કરે છે. તેની ઉપર ઉંચા નીચા ભાગ છે ખરા, પણ તેમાં ગોળાશ જેવું કંઈ જણાતું નથી. પૃથ્વી ગોળ છે એમ જ્યારે કહેવામાં આવે છે ત્યારે બધાનાં મનમાં ઉપર બતાવી તેવી શંકાઓ થાય છે. ઘણાં વર્ષો સુધી લોકો

એમ માનતા કે પૃથ્વી સપાટ છે. ખ્રિસ્તીઓના ધર્મપુસ્તકમાં પણ તેને સપાટ અને ચપટી વર્ણવેલી છે; પણ ઇ.સ. ત્રીજા સૈકામાં આપણે ; ત્યાં વિક્રમાદિત્ય રાજના વખતમાં ભારકરાચાર્ય નામના એક ખગોળ-વેત્તા થયા હતા, તેમણે પૃથ્વીને ગોળ વર્ણવેલી છે.

સામાન્ય અનુભવથી અને ઉપરચોટીઆ દૃષ્ટિએ તો પૃથ્વી સપાટ જણાય છે. પણ જરા ઝીણી નજરે જોતાં એ મત ફેરવવો પડે છે.

(૧) ઇ. સ. ૧૬ મા સૈકામાં કેટલાક સાહસિક ખલાસીઓ વહાણમાં બેસી મુસાફરી કરવા નીકળ્યા. સીધાને સીધા આગળ જવું અને એમ કરી પૃથ્વીનો છેડો શોધી કાઢવો એવો તેમનો ધર્શદો હતો. જે પૃથ્વી સપાટ હોત તો તેઓ આખરે તેને છેડે પહોંચત; અને જે તે ધનાકાર હોત તો તેમને ત્યાંથી એકદમ કાટખૂણે નીચે ઉતરવું પડત. આવું કશું બન્યું નહિ પણ ઉલટું ત્રણેક વર્ષ પછી તેઓ જ્યાંથી નીકળ્યા હતા ત્યાં જ પાછા આવી પહોંચ્યા. આનો અર્થ એવો થાય છે કે તેમણે પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરી. એ પ્રદક્ષિણા દરમિયાન કોઇ ટેકાણે તેમને કાટખૂણે નીચે ઉતરવું પડ્યું નહિ. આથી સિદ્ધ થાય છે કે પૃથ્વી ગોળ છે.

(૨) જે પૃથ્વી સપાટ હોય તો તેના બધા ભાગ પર સૂર્યોદય એક જ સમયે થવો જોઇએ; પણ તેમ થતું નથી. આપણો તો અનુભવ એવો છે કે પૂર્વ દેશોમાં સૂર્યોદય વહેલો થાય છે અને પશ્ચિમ દેશોમાં મોડો થાય છે.

(૩) જે પૃથ્વી સપાટ હોય તો તેના બધા ભાગ ઉપરથી ઉત્તર ધ્રુવનો તારો એક સરખો ઉંચો જણાવો જોઇએ. આપણો અનુભવ એવો છે કે પૃથ્વીના દક્ષિણ અર્ધા ભાગમાં તો એ તારો દેખાતો જ નથી અને ઉત્તર અર્ધા ભાગમાં પણ જેમ જેમ ઉત્તર છેડા તરફ જઇએ તેમ તેમ વધારે ઉંચો જણાય છે. પૃથ્વી ગોળ છે અને તેનો ગોળાટ વાળો ભાગ વચ્ચે આવે એટલે ઉત્તર ધ્રુવનો તારો પૃથ્વીના દક્ષિણ ભાગમાં કેવી રીતે દેખાય ?

(૪) પૃથ્વી સપાટ હોય તો ભોંય પર ઉભા રહીએ કે કોઇ ટેકરી પર ઉભા રહીએ તોપણ આપણી આંખથી વધારેમાં વધારે જેટલું દૂર દેખાય તેટલેજ દૂર સુધી નજર પહોંચી શકે. ટેકરી પર કે કોઇ ઉંચી જગા પર ઉભા રહેવાને કારણે વધારે દૂર નજર શું કામ પહોંચે ! આ આખતમાં આપણો અનુભવ એવો છે કે જેમ વધારે ઉંચા જગ્યાએ છીએ તેમ આપણી દૃષ્ટિ વધારે દૂર જાય છે. આપણી દૃષ્ટિ-મર્યાદા આપણા સ્થાનની ઉંચાઈ પ્રમાણે બદલાય છે. પૃથ્વી ગોળ હોય તો જ આમ બની શકે.

(૫) પહાડો દૂરથી નાના લાગે છે, પરંતુ પાસે જતાં તે મોટા દેખાય છે. આનું કારણ એ છે કે દૂરથી જોતાં પૃથ્વીનો ગોળાક વચ્ચે આવી જવાથી માત્ર તેમનો ઉપરનો ભાગ જ જણાય છે. તેમનો નીચલો ભાગ પૃથ્વીના ગોળાકમાં ઢંકાઈ જાય છે.

(૬) પૃથ્વી ગોળ છે એનો સૌથી સારો પુરાવો આપણને ચન્દ્ર-ગ્રહણ વખતે મળે છે. ચન્દ્રને પોતાનું તેજ નથી. તે તો સૂર્યના ઉછીતા તેજથી ચમકે છે. સૂર્યનો પ્રકાશ તેના પર પડી પાછો ફેંકાય છે, તેથી જ તે તેજસ્વી દેખાય છે. ચન્દ્ર પૃથ્વીની આસપાસ ફરે છે, અને એમ ફરતાં ફરતાં કોઇવાર એવો પ્રસંગ આવે છે કે ચન્દ્ર અને સૂર્યની વચ્ચે પૃથ્વી આવી જાય છે. આવે પ્રસંગે પૃથ્વી વચ્ચે આવેલી હોવાથી, સૂર્યનું તેજ ચન્દ્ર પર પડતું નથી, પણ પૃથ્વીનો પડછાયો ચન્દ્ર પર પડે છે. પૃથ્વીનો આ પડછાયો ગોળ હોય છે, તેથી પૃથ્વી ગોળ છે એમ સાબીત થાય છે.

પૃથ્વી ગોળ છે ખરી પણ તે દડા જેવી એક સરખી અને તફાત ગોળ નથી. પણ માટલા જેવી એટલે વચ્ચેથી પુલેલી અને ઉપલે તથા નીચલે છેડેથી ચપટી અથવા સહેજ દબાયેલી છે. ઢુંકામાં એનો ઉત્તર-દક્ષિણ વ્યાસ પૂર્વ-પશ્ચિમ વ્યાસના કરતાં નાનો છે. એના મધ્ય બિન્દુમાં થઇ તેના ઉત્તર-દક્ષિણ છેડાના બિન્દુમાંથી પસાર થતી કલ્પિત રેખા તેની ધરી અથવા અક્ષ કહેવાય છે. એ

ધરીના ઉત્તર દક્ષિણ છેડા તેના ઉત્તર તથા દક્ષિણ દુવ કહેવાય છે. પૃથ્વીની ધરીને કાટખુણે આવેલી અને તેના બે સરખા લાગ કરતી રેખા વિષુવવૃત્ત કહેવાય છે. તેનાથી પૃથ્વીના ઉત્તર ગોળાર્ધ અને દક્ષિણ ગોળાર્ધ એવા બે લાગ પડી જાય છે.

### પૃથ્વીની ગતિઓ.

**અમણગતિ:—**(૧) પૃથ્વી ઉપરનાં માણસોને સૂર્ય, ચંદ્ર અને તારા નિત્ય ઉગતા તથા આથમતા જણાય છે. પૃથ્વી, નક્ષત્રમંડળ તથા તારામંડળ એ બધાં તદ્દન નિશ્ચલ હોય તો આમ બનવા પામે નહિ. પણ જો પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ગોળ ગોળ ફરતી હોય, અથવા તો નિશ્ચલ પૃથ્વીની આસપાસ તારામંડળ તથા નક્ષત્રમંડળ ચોવીસ કલાકમાં ગોળ ફરી રહેતાં હોય, તો ઉપરોક્ત બનાવ બનવા પામે. આકાશમાં દેખાતા ઝીણા તારા મોટા મોટા ચળકતા સૂર્યો છે. બહુ દૂર હોવાથી તે એટલા નાના દેખાય છે, આકી તેમાંના કેટલાક આગળ તો આપણો સૂર્ય નાના બચ્ચા જેવો લાગે એમ છે. આપણી પૃથ્વી કરતાં તો તે ઘણા જ મોટા છે. પૃથ્વી પોતાના નાને શરીરે એ બધા પર આકર્ષણ બળ કરી પોતાની આસપાસ ફેરવે એ વાત આપણે ગળે ઉતરતી નથી તેથી આપણે તો એમજ માનીશું કે પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ચોવીસ કલાકમાં એક અટા ફરે છે.

(૨) તર્કથી ખરી લાગતી ઉપલી વાત બીજી પ્રત્યક્ષ રીતે પણ સાબીત થઈ છે. ક્રાન્સમાં કુકો નામના એક ખગોળ-વેત્તાએ એક દેવળના ઊંચા ધુમ્ર ઉપરથી એક બારે લોલક લટકાવ્યું અને તે દેવળના ભોંયતળીઆ પર રેતી પાચરી, લોલકની નીચલી અણી તે રેતીમાં આંકા પડે તેમ રાખી. આ પ્રમાણે તૈયારી કરી તેણે લોલકને ચાલુ કર્યું. હાથથી ધક્કા મારી લોલકને ગતિ આપે તો તે આકું અવળું ચાલે તેથી તેણે લોલકને એક ભતિ દોરીથી બાંધ્યું અને પછી તે દોરી સળગાવી દીધી. બહુ મોટા બ્રહ્મા ખાતું હોવાથી તે

લોલક ચોવીસ કલાક ચાલ્યું. ચોવીસ કલાકને અંતે નીચે રેતીમાં થએલા આંકા જોતાં જણાયું કે તે વર્તુળ આકારમાં પડ્યા હતા. જો પૃથ્વી સ્થિર રહેતી હોય અને ગોળ ફરતી ન હોય તો તે આંકા ગોળાકારમાં કેમ પડે ? એમ ગોળાકારમાં આંકા પડવાનો અર્થ એજ થાય કે દેવળનું તળાઈ ચોવીસ કલાકમાં ગોળ ફરેલું હોવું જોઈએ. કેમકે એમ શંકા કરે કે દેવળનો ધુમટ તથા તળાઈ બંને ગોળ ફરેલાં છે. તો સવાલ એમ થાય છે કે ત્યારે રેતીમાં આંકા ગોળ કેમ પડ્યા ? ત્યારે તો તે આંકા સીધા જ પડ્યા જોઈતા હતા. ખરી વાત એ છે કે લોલકને એક વાર એક દિશામાં ગતિ આપીએ અને પછી તેના આધાર બિન્દુને ગમે તેટલું ફેરવીએ તોપણ તેની ગતિની દિશા બદલાતી નથી. આમ હોવાથી મકાનનું તળાઈ તથા ટોચ બંને ફરતાં હોવા છતાં, તળાઈ ફરવાની જ અસર થાય છે અને તેની પર ગોળાકારમાં આંકા પડે છે.

(૩) ચોવીસ કલાકમાં પૃથ્વી પોતાની ધરી પર એક આંટા ફરી વળે છે તેથી જ રાત અને દિવસ થાય છે. આમ ફરતાં પૃથ્વીના દરેક અર્ધો ભાગ વારા ફરતી સૂર્યની સામે આવી રહે છે. સૂર્ય પૂર્વમાં ઉગી પશ્ચિમમાં આથમે છે તેથી પૃથ્વી પશ્ચિમથી પૂર્વ તરફ ગોળ ફરતી હોવી જોઈએ.

**પૃથ્વીની ગતિ બાબત થતી શંકાઓ તથા તે શંકાનાં સમાધાન:**—કેટલાકને એવી શંકા થાય છે, કે પૃથ્વી આમ ગોળ ફરે છે તો તેની ઉપરનાં ધર, ઝાડ, શહેર, ગામ એ બધાં ખસી કેમ નથી જતાં ? મેળામાં ગોળ ફરતાં ચક્રડોળ ઉપરથી આ વાતનો ખુલાસો સારી રીતે મળશે. ચક્રડોળ જોરથી ધૂમે છે પણ તેથી તેની અંદરની ખુરશીઓ કે હાથી, વાઘ, ઘોડા વગેરેની જગા કંઈ બદલ બદલ થઈ જતી નથી. તે બધા પોતપોતાની જગાએ રહી ગોળ ફર્યા કરે છે. પૃથ્વીની બાબતમાં પણ તેમજ થાય છે.

(૨) કેટલાક કહે છે કે કુંભારના આકાર પર રેતી કે કાંકરા નાખીએ

તો તે જોરથી બહાર ફેંકાય છે. તો આવી ઝડપથી ગોળ ગોળ ફરતી પૃથ્વી ઉપરથી આપણે કેમ દૂર ઉડી નથી પડતાતથા ફરીઆનાં પાણી કેમ ઉભરાઇ જતાં નથી ? વળી પાછો ચક્રડોળનો જ દાખલો લો. ચક્ર-ડોળ જોરથી ફરે છે છતાં ખુરશીઓ, હાથી, ઘોડા વગેરે દૂર ફેંકાઇ જતાં નથી, કારણ કે સળીઆ વગેરેથી ચક્રડોળ જોડે તે જોડાયાં છે. આપણી પૃથ્વી પોતાની સપાટી પરની દરેક વસ્તુને અમુક જોરથી આકર્ષે છે, અને તે આકર્ષણ બળથી જ તેની સપાટી પરની વસ્તુઓ દૂર ઉડી પડતી નથી.

(૩) કોઇ કહેશે કે પૃથ્વી આમ ગોળ ફરે છે તો આપણુ-ને તે ગતિનું કેમ કંઈ જાન થતું નથી ? હોડીમાં બેઠા હોઇએ છીએ ત્યારે કિનારા તરફ જોયા વગર હોડી આપણુને ચાલતી ક્યાં જણાય છે ? ખરી વાત એ છે કે આપણે જે વાહનમાં બેઠા હોઇએ તેમાં ગતિ વખતે આચકા આવે તો તેની ગતિનું આપણુને જાન થાય છે. આપણે સામાન્ય અનુભવ છે કે ઝડપથી ચાલતી મેલ ગાડી કરતાં સાધારણ પેસેન્જર ગાડીઓ વધારે ઝડપથી ચાલતી હોય એમ જણાય છે. એનું કારણ એ છે કે કમાનોની સારી વ્યવસ્થાને લીધે મેલ ગાડીમાં આચકા આવતા નથી, જ્યારે સાધારણ ગાડીઓમાં વધારે આચકા આવે છે. પૃથ્વી વગર આચકા બેમાલુમ રીતે અને એક સરખા વેગથી અવકાશમાં સરી જાય છે, તેથી તેની ગતિ ધણીજ ઝડપી છતાં આપણુને તેનું જાન થતું નથી.

પૃથ્વીના બધા ભાગોની ગતિ એક સરખી હોતી નથી. વિષુવ-વૃત આગળનો કોરાવો ધણી મોટો હોવાથી ત્યાંનું દરેક બિન્દુ કલાકના એક હજાર માઇલની ઝડપે ગોળ ફરે છે; પણ તેના ઉત્તર દક્ષિણ ધ્રુવના છેડા આગળ નહિ જેવો જ વેગ હોય છે. સાધારણ રીતે આપણે વિષુવવૃત્તથી જેમ ઉત્તર કે દક્ષિણ તરફ જઇએ તેમ પૃથ્વી નો વેગ ઘટતો જવાનો. પોતાની ધરી પર ચોવીસ કલાકમાં ગોળ ફરવાની પૃથ્વીની ગતિને અમલુ ગતિ કહેવામાં આવે છે.

**પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા ગતિ:**—પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ચોવીસ કલાકમાં બ્રમણ કરે છે પણ તે ઉપરાંત તેની બીજી પણ એક ગતિ છે. આપણે આગળ જોયું તેમ સૂર્ય, ચન્દ્ર વગેરે ગ્રહો તથા તારા અને નક્ષત્રો પૃથ્વીની આસપાસ ચોવીસ કલાકમાં ગોળ ફરી રહેતાં દેખાય છે, એટલુંજ નહિ પણ આખું વર્ષ અમુક એકના એક તારા તથા નક્ષત્ર દેખાયા કરતાં નથી. દર માસે નવા તારા તથા નક્ષત્ર દેખાયા માંડે છે અને જુના અસ્ત પામી દેખાતા બંધ થાય છે. આ ઉપરથી બે અનુમાન થઈ શકે; કાં તો તારા તથા નક્ષત્રપટ નિશ્ચય પૃથ્વીની આસપાસ ફર્યા કરે છે, અથવા તો નિશ્ચય તારા તથા નક્ષત્રપટની વચ્ચે થઇ વર્ષા-વધિ સમયમાં પૃથ્વી ગોળ ફરે છે. પહેલાંની પેઠે આ વખતે પણ આપણે પૃથ્વીને નક્ષત્ર તથા તારામંડળની વચ્ચે થઇ વર્ષમાં એક-વાર ગોળ ફરી રહેતી અથવા સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરતી માની લઇશું. પૃથ્વીને બ્રમણ તથા પ્રદક્ષિણા એમ બે ગતિ છે. એટલે કે પોતાની ધરી પર ગોળ ગોળ ફરતી પૃથ્વી એક વર્ષમાં સૂર્યની પ્રદક્ષિણા પણ કરે છે.

એક વર્ષમાં પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ ગોળ ફરી રહે છે એ વાત તો આપણે જાણી. તેની સૂર્ય પ્રદક્ષિણાનાં શાં પરિણામ નીચળે છે, એ પ્રદક્ષિણામાં તે કેમ રહી ફરે છે, તેનો પ્રદક્ષિણા માર્ગ કેવો છે, વગેરે વિગતો હવે આપણે તપાસીશું.

(૧) સૂર્યની આસપાસ પૃથ્વી ફરે છે તેથી વર્ષ દરમિયાન સૂર્ય જુદા જુદા નક્ષત્રોમાં ઉગતો જણાય છે. મેજ પર દીવો મૂકી તેને સૂર્ય કહ્યો અને મેજની પ્રદક્ષિણા કરતાં તમે તમારી જાતને પૃથ્વી કહ્યો. મેજને ફરતાં જુદી જુદી રંગ રાશી બતાવનાર નક્ષત્રોનાં ચિત્રો બીંત પર ટાંચો. હવે ઉપર જે લખ્યું છે તે બરાબર સમજાશે. જેમ જેમ તમે મેજની આસપાસ ફરતા જશો તેમ તેમ તમને સૂર્ય એટલે મેજ પરનો દીવો વારાફરતી બીંતપરના જુદાં જુદાં નક્ષત્રોની



સીધી લીટીમાં આવતો જણાશે. બે ત્રણ માસ રોજ રાતના અમુક એક સમયે આકાશના તારા તથા નક્ષત્રોનું અવલોકન કર્યાથી પણ જણાશે કે આખું વર્ષ આકાશમાં એકના એક તારા તથા નક્ષત્રો દેખાયા કરતાં નથી. અમુક તારા અને નક્ષત્રો પૂર્વમાં દેખાવા માંડી ધીરે ધીરે પશ્ચિમ તરફ ખસી દેખાતાં અંધ થાય છે અને તેમનું સ્થાન નવા તારા તથા નક્ષત્રો લે છે. પૃથ્વી આ અદ્ભુત તારાની ભૂમિમાં થઇ જુદા જુદા તારાઓ સાથે દોસ્તી બાંધતી, રમતી પસાર થાય છે. વિશ્વમંડળમાં તેને એકલવાયું રહેવું પડતું નથી. એ ભુરા, વિશાળ, એકાન્ત, અદ્ભુત પ્રદક્ષિણા માર્ગમાં તેને ખૂંદેનપણીઓ તથા મિત્રોની ખોટ નથી. આકાશમાં તારાઓ અને નક્ષત્રો પોતાનાં સ્થાન બદલતાં જણાય છે, તે ઉપરથી એવું અનુમાન કરી શકાય છે કે આપણી પૃથ્વી એ તારામંડળમાં થઇ પશ્ચિમથી પૂર્વ બાજુ જાય છે. એક વર્ષને અંતે પહેલાં જોયેલા તારા અને નક્ષત્રો પાછાં ફરીથી જોવામાં આવે છે, અને એવું દર વર્ષે થાય છે. આ ઉપરથી આપણે એવું અનુમાન કરીએ છીએ કે પૃથ્વી એક વર્ષમાં સૂર્યની આસપાસ ગોળ પ્રદક્ષિણા ફરી પોતાના મૂળ સ્થાને આવે છે. આમ સૂર્યની આસપાસ પ્રદક્ષિણા ફરતાં પૃથ્વીને જેટલો વખત લાગે તેને આપણે એક વર્ષ કહીએ છીએ. આથી જણાય છે કે પૃથ્વીને બે ગતિઓ છે (૧) જમણી ગતિ જેમાં તે પોતાની ધરી પર ગોળ ફરે છે, ને પરિણામે દિવસ અને રાત થાય છે, અને (૨) પ્રદક્ષિણા ગતિ જેમાં તે સૂર્યની આસપાસ ગોળ ગોળ ફરે છે ને જે ઉપરથી આપણે વર્ષ માપીએ છીએ.

### ઝડપુઓ.

પૃથ્વી ઉપર બનતા બનાવો વર્ષ દરમિયાન ખ્યાન રાખી જોઇએ તો આપણને જણાશે કે આખા વર્ષમાં નક્ષત્ર તથા તારાનાં સ્થાન બદલાય છે તે ઉપરાંત પૃથ્વી પર હવાની સ્થિતિમાં પણ ધણુ મોટા ફેરફાર થાય છે. હવાની સ્થિતિ પ્રમાણે આખા વર્ષના આપણે ત્રણ

કે છ લાગ કરી શકીએ છીએ. વર્ષના આવા લાગ ઋતુઓ કહેવાય છે. જે ઋતુમાં તાપ ઘણું પડે છે, જ્યોરે બહાર નીકળાતું નથી, ઝાડની છાયામાં ઉંઘવાતું ગમે છે અને નદીમાં નહાવાતું મન થાય છે તે ઉનાળો અથવા ગ્રીષ્મ ઋતુ. તે ઋતુમાં કેરી અને રાખણ થાય છે તેથી તેને કેરી ગાળો પણ કહે છે. તે મોસમમાં જમીન બહુ તપે છે, ઉની લૂ વાય છે અને જોડા વગર ચાલતાં પગે દઝાય છે; રેતાળ પ્રદેશમાં અત્યંત ગરમીથી ઝાંઝવા થાય છે; વનસ્પતિ ગરમીથી કરમાય છે, અને ખેતરો મુકાંસટ થઈ જાય છે. ત્યારબાદ પવન જોરથી પુકાવા માંડે છે, ને જેઠ માસના એકાદ દિવસે આકાશ વાદળોથી ઢંકાઈ જાય છે, ને ગાજવીજ સાથે વરસાદ તૂટી પડે છે. અત્યંત ગરમીથી થતું કષ્ટ એકદમ દૂર થાય છે. પૃથ્વીમાંથી સોરમ નિકળવા માંડે છે. તપી તરસી થએલી પૃથ્વી આકાશમાંથી પડતા અમૃત જળને પી જાય છે. હવે ચોમાસું શરૂ થયું. આકાશમાં વાદળોની ધનધોર ધટા ધવાધ રજાથી સૂર્ય ધણીવાર અઠવાડીઆ સુધી જણાતો નથી, અને વધારે ઓછો વરસાદ લાગલાગટ અથવા ટુકડે ટુકડે પડ્યા કરે છે. વળી થોડા દહાડા વાદળો વીખરાઈ ઉધાડ થાય છે. પડતે વરસાદે ખેતરમાં ખેડુતો કામ કરી શક્તા નથી તે ઉધાડના દિવસોમાં કામે વળગી જાય છે. છેક બાદરવા સુધી આ મોસમ ચાલે છે. આસપાસ બધે લીલુંછમ થઈ જાય છે. ખેતરોમાં વાવેલાં બીજોમાંથી આશા ભર્યાં છેડા ઉગી નીકળે છે, ને ખેડુતો મન હર્ષથી હલકું થાય છે. એક ઢાણામાંથી અનેક ઢાણા આપનાર ભગવાન કુનિયાનાં શોકિને ઉદારતાનો પાઠ શીખવે છે અને કહે છે કે ‘આ બધી મારી જ લીલા છે. માફ આપેલું મને જ આપ, ચોર બની એકલો ન ખા.’ આ બન્ને ઋતુમાં દિવસ લાંબા હોય છે અને રાત ટુંકી હોય છે. ચોમાસું પૂરું થયા બાદ ત્રીજી ઋતુ શરૂ થાય છે. તેમાં ઉનાળાથી ઉલટું છે. એ ઋતુમાં ખૂબ ટાઢ પડે છે, સવારના પહોરમાં પથારીની હૂંફ છોડી ઉઠવું ગમતું નથી અને પથારીમાંથી ઉઠ્યા પછી

પણ ધૂળવાની અને દાંત કકડાવવાની ફરજ પડે છે. આજે વિદ્યાર્થીઓ નિત્ય કર્મોને પણ બહુજ દુંકારી નાંખે છે. અને પોતાના પાઠ ન કરવાનો દોષ ઋતુને માથે મૂકે છે. આ ઋતુમાં દિવસ બહુ દુંકા અને રાત બહુ લાંબી હોય છે. આ ઋતુ આવતા પહેલાં ઘણાં ઝાડનાં પાંદડાં ખરી જાય છે અને ચોમાસામાં ઉગાડેલા પાક કાપણી માટે તૈયાર થાય છે. વનસ્પતિને ઉનાળાના તાપની પેટે શિયાળાની ટાઢ પણ ગમતી નથી. પણ ચોમાસામાં પૃથ્વીએ પોતાના શરીરમાં જે જળ સંધરેલું હોય છે તેના લાભે કેટલીક જાતના છોડ એ માસમાં પણ ઉગે છે. ઘઉં અને કઠોળ આમાં મુખ્ય છે. જુવાર પણ આ જ માસમાં થાય છે.

ઉપરના વર્ણન ઉપરથી આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે વર્ષની મુખ્ય ત્રણ ઋતુઓ છે. ઉનાળો અથવા ગ્રીષ્મ, ચોમાસું અથવા વર્ષા અને શિયાળો અથવા શિશિર. કેટલાક દેશોમાં આપણા દેશની પેટે વરસાદ અમુક ચાર માસમાં જ પડતો નથી, પણ વર્ષના આઠ માસ અથવા આખું વર્ષ અવાર નવાર વધારે ઓછો પડ્યા કરે છે. કેટલાક દેશોમાં વરસાદ નહિ જેવો જ પડે છે, તેથી તેવા દેશોમાં શિયાળો અને ઉનાળો એવી બે ઋતુઓ જણાય છે. ઋતુના આવા ફેરફાર વિષુવૃત્ત આગળના ભાગમાં નહિ જેવા જ જોવામાં આવે છે, પણ વિષુવૃત્તથી આપણે ઉત્તર કે દક્ષિણ ધ્રુવ તરફ જતા જઈએ તેમ શિયાળો અને ઉનાળો વધારે સ્પષ્ટ રીતે જુદા પડતા જણાય છે. સમશીતોષ્ણ કટિબંધમાં શિયાળામાં બહુ ટાઢ અને ઉનાળામાં બહુ ગરમી હોય છે. શિયાળામાં દિવસ દુંકા અને ઉનાળામાં લાંબા હોય છે. ધ્રુવો આગળના પ્રદેશમાં છ માસ શિયાળો અને છ માસ ઉનાળો રહે છે. ઉનાળામાં છએ માસ સૂર્ય રાત દહાડો દેખાયા જ કરે છે અને શિયાળામાં જણ્યુતો જ નથી. શિયાળામાં ખૂબ ટાઢ પડે છે અને જમીન ઉપર ફાઇપણુ જાતનો પાક ઉગી શકતો નથી. દરિયા, તળાવ વિગેરેનાં પાણી બહી બરફની આદરથી ઢંકાઈ જાય છે.

ઋતુઓનું વર્ણન આપણે વાંચ્યું તે ઉપરથી આપણને જણાય છે કે શિયાળામાં અને ઉનાળામાં દિવસની લંબાઈ એક સરખી રહેતી નથી. દિવસની લંબાઈ ટુંકાઈને અનુસરીને તે ઋતુઓમાં હવા ગરમ કે ઠંડી રહે છે અને હવાની સ્થિતિ પ્રમાણે જુદી જુદી વનસ્પતિઓ વધારે ઓછા પ્રમાણમાં ઉગી નિકળે છે. ઘણાં પંખીઓ ઋતુઓને અનુસરી એક દેશમાંથી બીજા દેશમાં જાય છે. સામાન્ય રીતે ઘણાં પંખીઓ ઠંડા પ્રદેશ છોડી ગરમ પ્રદેશોમાં જાય છે. ટુંકામાં પૃથ્વી પર ઋતુના જે વિવિધ ફેરફારો જોવામાં આવે છે તેનો આધાર દિવસની લંબાઈ પર છે. અને દિવસ લાંબા ટુંકા કેમ થાય છે તે જો આપણે સમજીએ તો ઋતુઓનું રહસ્ય આપણને સહેલથી સમજાય.

આપણી પૃથ્વી પર જે કાંઈ ગરમી આવે છે તેનું મૂળ સૂર્ય છે. સૂર્ય અને પૃથ્વીનો સંબંધ સમજાય તો ઋતુઓના ફેરફારો પણ મઠ સમજાય. કોઈ પણ બીજાના વધારે ઓછા ગરમ થવાનો આધાર તેના વધારે ઓછા પ્રમાણમાં તપવા ઉપર છે. પૃથ્વીના જે ભાગ પર વધારે વખત તાપ પડે તે વધારે ગરમ થાય. આથી સિદ્ધ થાય છે પૃથ્વીના જે ભાગમાં ઉનાળો હોય ત્યાં સૂર્ય પૃથ્વી પર વધારે વખત તપતો હોવા જોઈએ. પૃથ્વી પર સૂર્ય વધારે વખત રહે એનો અર્થ એ કે દિવસ લાંબા હોવા જોઈએ. અનુભવથી આ વાત ખરી જણાય છે; ઉનાળામાં દિવસ લાંબા હોય છે અને શિયાળામાં ટુંકા હોય છે.

સૂર્યના તાપથી તપેલી પૃથ્વીની ગરમી રાત્રે બહાર અવકાશમાં ફેલાઈ જાય છે. આ કારણથી દિવસે તપેલી પૃથ્વી રાતના આખરના ભાગમાં ઠંડી પડી જાય છે. દિવસ લાંબા હોય અને રાત ટુંકી હોય તો દિવસ દરમિયાન ચુસેલી ગરમીને પૃથ્વી રાતમાં પુરેપુરી બહાર કાઢી શકે નહિ, અને તેથી બીજે દિવસે સૂર્ય તપવા માંડે સારે પૃથ્વી તદ્દન ઠંડી ન હોય પણ કંઈક તપેલી હોય. આ પ્રમાણે ઉનાળામાં પૃથ્વી રોજ રોજ વધારેને વધારે તપતી જાય છે. એથી ઉલટું શિયા-

ળામાં તે વધારેને વધારે ઠંડી પડતી જાય છે. દિવસ લાંબા હુંકા થવાથી ઋતુઓના ફેરફાર થાય છે એ વાત તો હવે સમજાય છે. હવે દિવસ લાંબા હુંકા કેમ થાય છે તે બાબતની તપાસ કરીએ.

સૂર્યની આસપાસ પૃથ્વી એક વર્ષમાં પ્રદક્ષિણા ફરી રહે છે તે આપણે આગળ જોયું. સૂર્યની આસપાસ પૃથ્વીના ફરવાના માર્ગને કક્ષા કહે છે. પૃથ્વીની એ કક્ષાનો આકાર લંબવર્તુળ જેવો છે અને એ લંબવર્તુળના એક છેડા તરફ સૂર્ય આવેલો છે. આને ક્ષિત્રિ સૂર્યની આસપાસ ફરતાં પૃથ્વી એક વાર તેની બહુ પાસે આવી જાય છે, અને એક વાર તેનાથી બહુ દૂર રહી જાય છે. પૃથ્વીની ધરી તેની કક્ષા જોડે કાટખૂણો કરે એવી રીતે તે સૂર્યની આસપાસ ફરે તો દેખીતું જ છે કે તેનો બરાબર અર્ધો ભાગ સૂર્યના તેજમાં રહે અને અર્ધો અંધારામાં રહે. આનો અર્થ એ જ થાય કે આખી પૃથ્વી પર દિવસ રાત સરખાં થાય. આખું વર્ષ પૃથ્વીના બધા ભાગ પર દિવસને રાત સરખાં થાય; પણ તેવું બનતું નથી એટલે પૃથ્વી પોતાની કક્ષાને કાટખૂણે રહી ફરતી નથી એમ માન્યા સિવાય છુટકો નથી.

પૃથ્વીની ધરી એની કક્ષા જોડે બીલકુલ ખૂણો કર્યા વગર સમાંતર રહીને ફરે તોપણ તેના બધા ભાગ પર દિવસ અને રાત સરખાં થાય, એટલે તે પણ બનવા જેવું નથી. જો પૃથ્વીનો એક છેડો સૂર્ય તરફ રહે એમ તેની ધરી તેની કક્ષા જોડે કાટખૂણો કરે તો સૂર્ય તરફ રહેલા પૃથ્વીના ભાગમાં કદી રાત પડે નહિ. પૃથ્વીની ધરી તેની કક્ષા જોડે કાટખૂણો કરતાં કોઈ નાનો ખૂણો કરે, તોપણ જો તેનો એક છેડો હમેશાં સૂર્ય તરફ નમેલો રહે તો તેવી રીતે નમેલા છેડા આગળ આવેલા પ્રદેશોમાં કદી રાત પડે નહિ. આમ પણ થતું જોવામાં આવતું નથી. આ બધી દલીલો પરથી એમ સિદ્ધ થાય છે કે પૃથ્વીની ધરી તેની કક્ષા જોડે કાટખૂણો કરતી નથી તેમજ તેને સમાંતર પણ રહેતી નથી; વળી તેનો કોઈ પણ એક છેડો હમેશાં સૂર્ય તરફ કે સૂર્યથી દૂર નમેલો રહેતો નથી.

હવે પ્રશ્ન એમ થાય છે કે ત્યારે પૃથ્વી કેમ રહી સૂર્યની આસપાસ ફરે છે ? એની ધરી એની કક્ષા જોડે કેવો ખૂણો કરે છે ? પૃથ્વીની ધરી તેની કક્ષા જોડે ૨૩ $\frac{1}{2}$  અંશનો ખૂણો કરે, પણ તેનો ઉત્તર તરફનો છેડો સૂર્ય તરફ નમેલો ન રહેતાં, પૃથ્વીની કક્ષાની બહાર આવેલા કોઇ ગ્રહ કે નક્ષત્ર તરફ નમેલો રહે તો પરિણામ શું થાય તે જોઈએ. જો પૃથ્વી એમ રહી સૂર્યની આસપાસ ફરે તો વર્ષમાં કેટલોક સમય તેના ઉત્તર છેડો સૂર્ય તરફ અને કેટલોક સમય સૂર્યથી દૂર ઢળતો રહે; અને કેટલોક વાર પૃથ્વી એવી રીતે આવી રહે કે તેના બરાબર અર્ધો ભાગ પર સૂર્યનો પ્રકાશ પડે અને બાકીનો અંધારામાં રહે. પૃથ્વીનો એક છેડો સૂર્ય તરફ નમેલો રહે તો તેના અર્ધો કરતાં વધારે ભાગ પર સૂર્યનો પ્રકાશ પડે અને તેથી તે ભાગમાં આવેલું કોઇ પણ સ્થાન પ્રકાશવાળા ભાગમાં વધારે રહે અને અંધારાવાળા ભાગમાં ઓછું રહે. આનો અર્થ એ થાય કે તે સ્થળે દિવસ લાંબા અને રાત ટુંકી થાય. વળી તેના ભાગની ઉપર સૂર્યનાં કિરણ સીધાં અને ઊભાં પડે. સીધાં પડતાં કિરણ અમુક જગ્યામાં જેટલાં પડી શકે તેના કરતાં ગ્રાંસા પડતાં કિરણ ઓછાં પડે એ દેખીતું છે. આવાં કારણોથી પૃથ્વીના સૂર્ય તરફ નમેલા ભાગમાં ઉનાળો થાય છે અને તેનાથી દૂર ઢળેલા ભાગમાં એથી ઉલટું થાય છે અને તેથી લાંબા સમયનો થાય છે. જ્યારે પૃથ્વીના બન્ને છેડા સૂર્યથી સરખે અંતરે આવેલા હોય છે એટલે કે એક પણ છેડો તેના તરફ નમેલો હોતો નથી, ત્યારે તેના બરાબર અર્ધો ભાગ પર સૂર્યનું તેજ પડે છે અને બાકીનો ભાગ અંધારામાં રહે છે. આથી એવે વખતે આખી પૃથ્વી પર રાત દિવસ સરખાં થાય છે, અને તેથી હવા સમઘાત રહે છે. પૃથ્વી પર આ પ્રકારની ઝડપો આ થાય છે તેથી પૃથ્વી, ઉપર વર્ણવ્યું છે તેમ રહી સૂર્યની આસપાસ ફરતી હોવી જોઈએ. ટુંકામાં પૃથ્વીની ધરી તેની કક્ષા જોડે ૨૩ $\frac{1}{2}$  નો ખૂણો કરે અને તે છેડો હંમેશાં તેની કક્ષાની બહાર આવેલા કોઇ નક્ષત્ર તરફ રહે, એવી રીતે તે સૂર્યની આસપાસ ફરે છે.



### પૃથ્વી અને સૂર્ય મંડળ.

આપણે જોયું કે આપણી પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ ફરે છે. માત્ર પૃથ્વી જ નહિ પણ શુક્ર, શુક્ર, મંગળ, ગુરુ, શનિ, યુરેનસ અને નેપ્ચ્યુન એટલા ગ્રહો તથા બીજા કેટલાક ગ્રહ ખડો પણ સૂર્યની આસપાસ ગોળ ફરે છે. ચંદ્રને ગ્રહમાં ગણ્યો નથી પણ પૃથ્વીના ઉપગ્રહ ગણ્યો છે. અંગ્રેજી ખગોળવિદ્યા પ્રમાણે પૃથ્વી સાથે કુલ આઠ ગ્રહ થયા અને સૂર્ય નવમો. આપણા જ્યોતિષ શાસ્ત્રમાં નીચે મુજબ નવ ગ્રહો ગણેલા છે: સૂર્ય, ચંદ્ર, મંગળ, શુક્ર, ગુરુ, શુક્ર, શનિ, રાહુ અને કેતુ. ઉપર ગણાવેલા બધા ગ્રહો સૂર્યની આસપાસ ફરે છે તેથી તે જણે સૂર્યના કુટુંબી હોય અથવા બાળ બચ્ચાં હોય એમ જણાય છે. આ કારણથી એ બધાને સૂર્યમંડળ એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે.

સૂર્યમંડળમાં વર્ણવેલા ગ્રહો બધા પશ્ચિમથી પૂર્વ તરફ સૂર્યની આસપાસ ફરે છે. સૂર્યનું કદ પૃથ્વી કરતાં ઘણું મોટું છે. ખગોળ શાસ્ત્રીઓની ગણતરી પ્રમાણે સૂર્ય પૃથ્વી કરતાં તેર લાખ ધણો મોટો છે; પણ આપણાથી નવ કરોડ સત્તાવીસ લાખ માઇલ જેટલો દૂર હોવાથી તે આપણને નાનો જણાય છે. ખગોળશાસ્ત્રીઓ એમ પણ કહે છે કે અંધારી રાતે આકાશમાં નેત્રપલ્લવી રચી ચમકતા તારાઓમાંના દરેક એક એક મોટો સૂર્ય છે. એ તારામાંના કેટલાક તો આપણા સૂર્ય કરતાં ઘણા જ મોટા છે. વળી આપણાથી તેમનું અંતર એટલું બધું છે કે તે બતાવવા માટે આપણી પાસે આંકડા પણ નથી. એકાદ અંધારી રાતે આકાશમાં તારા અને નક્ષત્ર ઝગઝગતાં હોય અને આપણી ચોંમેર ફરતું વિશાળ મેદાન આવેલું હોય તે વખતે જો આખા વિશ્વના કદનો અને વિવિધ તારાઓના કદનો વિચાર કરવા બેસીએ તો ખરેખર શુદ્ધિદૃષ્ટિ યુગ ચર્ચન્ય છે ! એવી વખતે માણસના મન ઉપર વિશ્વની અનન્તતાનો, ધમિરની અનન્ત શક્તિનો અને પોતાની ક્ષુદ્રતાનો ખ્યાલ આવે છે. અનન્ત વિસ્તાર-



વાળું વિશ્વ, તેમાંનો એક ધણો જ નાનો ભાગ તે માણસને વિસ્તૃત પમાડતું સૂર્યમંડળ, માણસને મન મોટી જણાતી પૃથ્વી એ સૂર્ય-મંડળનું નાનું બચ્ચું; મહાન દેખાતો સમુદ્ર પૃથ્વીના ખાડામાં ભરાયેલું પાણી, માણસને મન મહાન કારીગીરિના પરિણામ રૂપ મોટી આગબોટ તે એ સમુદ્ર ઉપરનું એક ટપકું, તે આગબોટ પર બેસનાર માણસ એક અત્યંત ક્ષુદ્ર નાનું બિન્દુ-છતાં તેનું અભિમાન તો જુઓ ! તે પોતાની જાતને આખા વિશ્વનું કેન્દ્ર માને છે ! દુનિયા બધી હું ચલાવું છું એમ માને છે અને આખા વિશ્વના વહીવટની ઑદિસ પોતાના મગજમાં છે એમ સમજે છે ! વિચારશીલ વાંચનારે આ પરથી ધણો ધડો લેવાનો છે, અને અનન્ત વિશ્વમાં પોતાનું રથાન ક્યાં છે તે બરોબર અને હંમેશાં યાદ રાખવાનું છે. માણસની શક્તિઓ આમ પરિમિત છે છતાં ધૃત્વે કૃપા કરી તેને ક્ષદ્ધિ અને શક્તિ બદમાં છે અને તેની સહાયથી તે બધી કુદરતી શક્તિઓ પર કાબુ મેળવી શકે છે એટલુંજ નહિ, પણ વિશ્વમાં વ્યાપેલી મહાન શક્તિનો તથા પોતાના યથાર્થ સ્વરૂપનો અનુભવ કરી શકે છે.

### પૃથ્વીનો સામાન્ય દેખાવ.

આપણી પૃથ્વીની આસપાસ હવાનું પડ આવી રહેલું છે તેને આપણે વાતાવરણ કહીએ છીએ. એ વાતાવરણ નીચે આવેલી પૃથ્વીની સપાટીના આપણે જળ અને જમીન એવા બે ભાગ કરી શકીએ છીએ. પૃથ્વીની સપાટીનો લગભગ પોણો ભાગ સમુદ્રથી ઢંકાયેલો છે, અને બાકીનો પા ભાગ સુકી જમીન છે. જળ અને જમીનની વહેંચણીનો આ સંબંધ ખાસ કરીને દક્ષિણ, ગોળાર્ધમાં વધારે સ્પષ્ટ રીતે જણાય છે. તે ગોળાર્ધમાં લગભગ બધો સમુદ્ર જ છે એમ કહેવામાં વાંધો નથી. ઉત્તર ગોળાર્ધમાં જાણે બધી સુકી જમીન આવી ગઈ હોય એમ આપણે જોઈ શકીએ છીએ. એ ઉત્તર ભાગમાં આવેલી જમીનના બે સ્પષ્ટ ટુકડા થાય છે. એક ટુકડામાં અમેરીકા આવી જાય છે અને બીજામાં યુરોપ,

એશિયા અને આફ્રિકા આવી ગયું છે. આ બન્ને દુકાનઝોને તપાસતો જણાય છે કે તેમના દક્ષિણ છેડા બહુ જ સાંકડા થઈ ગયેલા છે. પૃથ્વીના આવા મોટા દુકાનને 'ખંડ' એવું નામ આપવામાં આવે છે.

### દરિયા અને જમીનની સરખામણી.

દરિયાની સપાટી એક સરખી અને ઉંચા નીચા ભાગ વગરની સમતલ હોય છે. જમીનની સપાટી આવી સમતલ હોતી નથી. તેની પર ઉંચા પર્વતો અને ઉંડી ખીણના પ્રદેશો જોવામાં આવે છે. દરિયાના ગમે તેટલા નાનાં મોટા ફાંટા હોય અને તે જમીનમાં ગમે તેટલા ઉંડા ધુસી ગયેલા હોય પણ તે બધા મળી એક અખંડ જળ સમૂહ બને છે, અને અમુક એક જગાએથી નીકળેલું વહાણ દરિયાના કોઈ પણ ખીણ ભાગમાં જઈ શકે છે. ચોમેર જમીનથી ઘેરાયેલા દરિયાનો કોઈ ભાગ હજી જોવામાં આવ્યો નથી. આવું અખંડપણું જમીનના સંબંધમાં દેખાતું નથી. રથમાં બેસી એશિયા-માંથી નિકળી દરિયા ઓળંગ્યા વગર અમેરિકા કે એસ્ટ્રેલિયા જવાનું બની શકે નહિ. સમુદ્ર વચ્ચે આવવાથી જમીનનો સમૂહ ખંડિત થયેલો છે, અને તેને પરિણામે યુરોપ, એશિયા, આફ્રિકા અને અમેરિકા એવા ચાર ખંડો આપણે કલ્પી શકીએ છીએ. સમુદ્રના આવા સ્પષ્ટ ખંડો મહેલા જોવામાં આવતા નથી તો પણ સગવડની ખાતર તેના જુદા જુદા ભાગ કલ્પી તેમને તેમની મર્યાદા રૂપ જમીનના ભાગ ઉપરથી નામો આપવામાં આવ્યાં છે. આ પ્રમાણે એશિયાના પૂર્વ કિનારા અને અમેરિકાના પશ્ચિમ કિનારાની વચ્ચે આવેલા મોટા જળ સમૂહને 'પાસિફિક મહાસાગર' એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે. તે મહાસાગરના, ત્રિપુવૃત્તની ઉત્તર આવેલા ભાગને ઉત્તર પાસિફિક મહાસાગર અને દક્ષિણે આવેલા ભાગને દક્ષિણ પાસિફિક મહાસાગર કહેવામાં આવે છે. યુરોપ અને આફ્રિકાના પશ્ચિમ-કિનારા અને અમેરિકાના પૂર્વ કિનારા વચ્ચે આવેલા મહાસાગર

‘આટલાન્ટિક મહાસાગર’ કહેવાય છે. તેના પશ્ચ ઉપર અને દક્ષિણ એવા બે ભાગ પડી જાય છે. યુરોપ અને એશિયા જોડાયેલા હોવાથી તે ભાગમાં ઉપર ધ્રુવથી દક્ષિણ ધ્રુવ સુધી જતો કોઈ મોટો જળ સમૂહ જોવામાં આવતો નથી. એ ખંડની દક્ષિણે આફ્રિકાથી ઑસ્ટ્રેલિયા સુધી અને છેક દક્ષિણ ધ્રુવની નજીક સુધી મહાન ‘હિન્દી મહાસાગર’ આવેલો છે. આ ઉપરાંત આટલાન્ટિક મહાસાગરના ઉપર ધ્રુવ તથા દક્ષિણ ધ્રુવ આગળના ભાગને ધ્રુવ સમુદ્રોનાં નામ આપવામાં આવેલાં છે.

## પ્રકરણ ૨ જી

### પૃથ્વી તથા તેનાં આવરણ.

કાંદામાં એકની ઉપર બીજું એમ અંદરથી માંદી બહાર સુધી સણાં પડ હોય છે, તેમ પૃથ્વીનાં પશ્ચ ત્રણ પડ સહેજે કંપી સકાય છે. એ ત્રણ પડ અથવા આવરણ તે ભૂમિનું પડ, જળનું પડ તથા વાયુ અથવા હવાનું પડ છે. એ ત્રણેમાં સ્વરૂપ, સ્વભાવ, વિસ્તાર તથા વહેંચણું જુદાં છે, પરંતુ તેઓ એક એક ઉપર ઘણી અસર કરે છે. એ અસરને પરિણામે જુદા જુદા બનાવ તથા દેખાવો બને છે. તે બાબત હવે આપણે વિચાર કરવાના છીએ, તેથી એ ત્રણ પડની કંઈક સામાન્ય માહિતી મેળવી લઈએ.

આ ત્રણે પડ એક એક પર કાર્ય કરી રહ્યાં છે. દુનિયાનાં બધાં જળાશયની ઉપર વાયુનું પડ આવેલું છે, તેથી ગરમીની અસરથી જળાશયોનાં પાણીની જે કંઈ વરાળ બને છે તે બધી વાયુના પડમાં અથવા વાતાવરણમાં જ જાય છે. વાતાવરણની ગરમી ઓછી થતાં તેમાંની બધી વરાળ અથવા તેમાંનો ઓછો કે વધારે ભાગ કુપ્રસ, ઝાકળ, વરસાદ તથા હિમના રૂપમાં પ્રથમ જમીન પર અને ત્યાંથી વધારે ઓછા પ્રમાણમાં પાછો તે જળાશયોમાં જ જાય છે.

જળાશયોનું પાણી વરાળ થઇ વાતાવરણમાં જાય છે, અને વાતાવરણના વાયુઓ ઓછા વધારે પ્રમાણમાં જળાશયના પાણીમાં ઓગળેલા હોય છે. પૃથ્વી પર વહેતું જળ તેને ખણે છે, ખોદે છે તથા ધસડી જાય છે, તો એ ધસડાએલો પૃથ્વીના સરીરનો છોલ જળાશયોને પૂરી તાંબે છે. પૃથ્વી પરના ખડક હવામાંના વાયુઓને શોષી લઈ કેદ કરે છે, તો વીકરેલો વાયુ પૃથ્વી પરની ધૂળ ઉરાડી મેલી મોટા ધળકાટ બનાવે છે. આ પ્રમાણે પૃથ્વીનાં આ ત્રણે પડ નિરંતર માંહોમાંહે ગડમથલ કરી જ કરે છે. એમની આપણેની ધમાલ દુનિયામાં મોટામાં મોટી પેઠીની ધમાલને ભૂલાવે એવી હોય છે. પણ આપણી આસપાસ બનતા ચમત્કારો સમજવા જેટલાં અવલોકનશક્તિ તથા તર્ક શુદ્ધિ ખીલેલાં નહિ હોવાથી કુદરતનો એ ભવ્ય રાસ, એ ઉરકેરણી ભર્યા 'સીનેમા'ની મઝા આપણે અનુભવી શકતા નથી.

**વાતાવરણની ઘટના:**—વાતાવરણ અથવા હવા વિવિધ વાયુઓનું મિશ્રણ છે. એ બધા વાયુઓ હવામાં અમુક ચોક્કસ પ્રમાણમાં ભળેલા હોતા નથી. એમના પ્રમાણમાં ફેરફાર પડે છે, પણ તે ધણો જ સ્વલ્પ હોય છે. હવાના વાયુમાં મુખ્યત્વે ઓક્સીજન તથા નાઇટ્રોજન વાયુઓ છે. હવાનો દરેક જેટલો ભાગ એ વાયુઓને છે. કાર્બોનડાયોક્સાઇડ એ હવામાંનો ખીલો એક અગત્યનો વાયુ છે, પણ તેનું પ્રમાણ ધણું નાનું છે. આ ત્રણ વાયુઓ ઉપરાંત હવામાં હાઇડ્રોજન, એમોનિયા તથા નાઇટ્રિકએસિડ એ વાયુઓ પણ હોય છે, પણ તે બહુ જ નાના, નહિ જેવા પ્રમાણમાં. ઉપરની ઘટના શુદ્ધ હવાની છે. ઘીચ વસ્તી તથા જાતજાતનાં કારખાનાંઓથી બગડેલી ચહેરોની હવામાં ગંધકનાં સંયુક્ત દ્રવ્ય તથા ઉદ્દોગ ધધાને અંજો પેદા થએલી અનેક અશુદ્ધિઓ ભળેલી હોય છે. જ્વાળામુખી ફાટે છે ત્યારે તેના મુખમાંથી કેટલાક વાયુઓ આસાધારણ પ્રમાણમાં નીકળે છે, અને તેમનાથી તે જગ્યાની આસપાસની હવાની ઘટના કેટલાક અમૂલ્ય ગરિ મદલાઈ જાય છે.

## હવાની ધરનાનો કોઠો.

નાઇટ્રોજન	૭૭.૬૧	ઑક્સીજન	૨૦.૬૬
કાર્બન ડાયોક્સાઇડ	૦.૦૩	પાણીની વરાળ	૧.૪૦
એમોનિયા	અંશમાત્ર	નાઇટ્રિક એસિડ	અંશમાત્ર

હવાની અંદર આ વાયુઓ ઉપરાંત ધૂળનાં રજકણ, કુલેનો, પરાગ, રે, હિન વગેરે દ્રવ્યોનાં ધણાં નાનાં અણુઓ, તેમજ વિવિધ જંતુઓ, અશુદ્ધિ રૂપે સુક્ષ્મતાં રહે છે. જળાશયોમાંથી હવામાં વરાળ દાખલ થાય છે, અને હવા થંડી પડતાં તે જ વરાળ પાછી પાણીરૂપે તેમાંથી છૂટી પડે છે, તેથી હવાની અંદર પાણીની વરાળનું પ્રમાણ નિરંતર બદલાતું રહે છે.

**હવાનાં ધટકોનાં કર્મ તથા અગત્ય:**—હવામાંનો ઑક્સીજન વાયુ કુદરતમાં બહુ અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. ઑક્સીજન બધી સજીવ સૃષ્ટિને તે ટકાવી રાખે છે. કોઈ સજીવ દેહી હવા વગર જીવી શકતું નથી. ઑક્સીજન વગરની હવા પ્રાણીઓના શ્વાસોચ્છવાસના કામમાં આવી શકતી નથી. આ વાયુ પર જીવંતોનો આધાર છે, એટલુંજ નહિ પણ એના વગર દીવો તથા દેવતા પણ બળી શકતાં નથી. આ વાયુ બહુ ચપળ હોવાથી ધણાં ખરાં તત્ત્વ દ્રવ્યો જોડે સહેલથી સંયોજન કરી જાય છે. પૃથ્વીનો પોપડો બનાવનાર જાતજાતનાં ખડકનાં દ્રવ્યો જોડે એ વાયુ સંયોજન કરે છે, ત્યારે તે ખડક પર સહેલથી ભાંગી જાય એવી પોપડી બંધાય છે, અને એમ થઈ ધીરે ધીરે તે આખો ખડક ખવાઈ જાય છે. ગાજવીજનાં તોફાન વખતે હવામાંથી વિજળીના અણુકા પસાર થાય છે, ત્યારે તેની અસરથી ઑક્સીજન વાયુનાં અણુઓ વઢ રીતે મળી જઈ ઑઝોન નામનો વાયુ બને છે. એ વાયુ સાધારણ ઑક્સીજન કરતાં ઘણુંજ વધારે જલદ અથવા ચપળ છે. કહોતાં, સડતાં વનસ્પતિ તથા પ્રાણી દ્રવ્યોનું ને ઝડ વિધવન કરે છે અને એ રીતે હવાને શુદ્ધ કરે છે. હવાના રોગી કે નિરોગીપણાનો આ-

ધાર તેની અંદરના ઑઝોન વાયુના પ્રમાણ ઉપર છે. લીચ વસ્તી-  
વાળાં શહેરોમાં એ વાયુનું પ્રમાણ ઘણું ઓછું હોય છે, અને છુટથી  
પુઠાતી દરિયાની શુન્નવાળી હવામાં તે વધારે હોય છે.

નાઈટ્રોજન વાયુ પોતે બહુ જ દળદારી છે. એ કાચે જ ખીન  
કોષ તત્ત્વ એડે ભળે છે. એનો સ્વભાવ એકલથરો

નાઈટ્રોજન છે. એ ધા મારીને કંઈ પણ કામ કરતો નથી.

હંફ પાણી ઉમેરવાથી ગરમ પાણી સહેતું થાય છે,  
તેમ આ વાયુના ભળવાથી ઑક્સીજનનું જલદપણું કમી થાય છે.

કાર્બનડાયોક્સાઈડ વાયુનું પ્રમાણ હવામાં ઘણું જ થોડું-દર  
દશ હજાર ભાગે ત્રણ ભાગ જેટલું જ છે, છતાં  
કાર્બન ડાયોક્સાઈડ પણ તેની અગત્ય ધણી છે. સૂર્યના પ્રકાશની  
અસર નીચે લીલી વનસ્પતિઓ એ વાયુને શોષી  
સહ તેમાંના કાર્બનને પોતાનું શરીર બાંધવાના કામમાં સહ ઑક્સી-  
જનને બહાર કાઢી નાંખે છે. હવામાં અત્ય પ્રમાણમાં રહેલો આ  
વાયુ આવી રીતે લીલી વનસ્પતિને ધણું ઉપયોગી છે અને થોડો  
છતાં તેમની જરૂરીઆત માટે પુરતો છે. માણસના શ્વાસોચ્વાસમાં  
તેમજ કોઈ પણ જાતના બળતામાંથી, અને ઘણી વાર જ્વાળામુખી-  
ઓમાંથી આ વાયુ હવામાં ભળે છે. એ ધણો ભારે વાયુ છે. એ  
શ્વાસોચ્વાસના કામમાં આવતો નથી. એની અંદર જીવતાં પ્રાણી  
તરત મરી જાય છે. હવામાં એનું પ્રમાણ ઘણું નાનું છે, પણ લીચ  
વસ્તીવાળાં શહેરોમાં તથા વાયુનો છૂટથી સંચાર થતો ન હોય એવાં  
બંધીઆર મકાનોમાં એનું પ્રમાણ ઘણું વધી જાય છે, અને ઘણી વાર  
દશ હજાર ભાગે છ કે સાત ભાગ જેટલું એટલે લગભગ અઘણું થઈ  
જાય છે. નાટકશાળા તથા લાપણના મેળાવાઓમાં તો તેનું પ્રમાણ  
દશ હજાર ભાગે ૨૭ ભાગ જેટલું થઈ જાય છે. આ વાયુના વધેલા  
પ્રમાણથી અશુદ્ધ થયેલી હવામાં લાંબો વખત રહેવાથી શરીરની  
સુખાકારી બગડે છે. આ વાયુ ભારે છે તથા બળતાને મદદ કરતો

નથી, તેથી આજ ઝોલવવાના કામમાં તેનો ઉપયોગ આજકાલ કરવામાં આવે છે.

આપણી આસપાસની હવા ગમે તેટલી સૂકી લાગતી હોય તે પછી તેમાં ઝોલા વધારે પ્રમાણમાં પાણીની વરાળ આપણે હોય છે. આપણે બધા જાણીએ છીએ કે ઉકાળવાથી પાણી વરાળ રૂપ ધારણ કરે છે. પરંતુ પાણી ઉકળે તો જ વરાળ બને એવું નથી. સાધારણ ગરમીએ પછી ઝોલા વધારે પ્રમાણમાં પાણીની વરાળ થવા જ કરે છે. હવામાં પાણીની વરાળ છે, એ બહુ સહેલથી બતાવી શકાય છે. એક કાચના ખાલામાં પાણી ભરી તેમાં થોડા બરફના ગાંડા નાખો એટલે થોડી જ વારમાં તે ખાલાની બહારની બાજુ ઝાકળ જેવાં ઝીણાં ઝીણાં મોતીઆં બાઝશે. ખાલાની બહારની બાજુ જામેલું આ પાણી ખાલાની ભીંત બેદી આવેલું નથી, પરંતુ તેને અડકી રહેલી હવામાંની વરાળ બરફથી ઠંડી પડીને તેની પર એ રૂપમાં જામી જાય છે. આ જ કારણથી શિયાળામાં આપણાં નાક તથા મોંમાંથી શ્વાસ કાઢતાં તે ધુમસના વાદળ જેવા દેખાય છે. આપણા શ્વાસના વાયુમાં હંમેશાં ઝોલા વધારે પ્રમાણમાં પાણીની વરાળ હોય છે. વનસ્પતિઓનાં પાંદડાં-માંથી પણ નિરંતર વરાળ નિકળ્યા જ કરે છે. સૂર્યના તાપથી તપતાં જળાશયનાં પાણી પણ ધીરે ધીરે વરાળનું રૂપ ધારણ કરે છે. આ બધાં મૂળમાંથી પાણીની વરાળ વાતાવરણના વાયુમાં ઉમેરાયા કરે છે. હવાની અંદરની વરાળનો જથ્થો તથા તેની ગરમી વચ્ચે અમુક ચોક્કસ સંબંધ હોય છે. અમુક ગરમીએ હવામાં વરાળનો અમુક જથ્થો સમાઈ શકે છે. જે હવા વધારે ગરમ થાય તો તેમાં વધારે વરાળ સમાઈ શકે, અને જે તે ઠંડી પડે તો તેમાંની કેટલીક વરાળ પાણીરૂપે બહાર નીકળી જાય. જેમ હવા વધારે ગરમ તેમ તેમાં વધારે વરાળ સમાઈ શકે.

હવાની અંદર રહેલી પાણીની વરાળની અમત્ય તો દેખીતી છે.

હવાની ભીનાશનો આધાર તેની ઉપર છે. વરસાદ, ધુમસ, ઝાકળ વગેરે બધાં એને જ લીધે થાય છે. એ ન હોય તો હવા સુકીસટ થઈ જાય. ઝાડ પાનને સુકાટ લાગે; નદી, તળાવ, ઝરણાં જેવું કંઈ જ થાય નહિ.

ઉપર વર્ણવેલા ચાર સુદાના વાયુઓ ઉપરાંત જાત જાતનાં નાનાં મોટાં નક્કર કણુ ઝુલતી અશુદ્ધિ રૂપે હવામાં ઝુલતી અશુદ્ધિ રહેલાં હોય છે. બારી બારણાં બંધ કરી અંધારા કરેલા ઓરડામાં જાપરામાંથી પડતાં ‘એરિયાં’ જોશો તો તેની અંદર આવાં અસંખ્ય કણો દેખાશે. માત્ર એરિયામાં જ નહિ પણ આખા ઓરડાની હવામાં એ જ પ્રમાણે રજ-કણો હોય છે. પણ ઓરડામાં બધે અજવાળું હોવાથી તે દેખાતાં નથી. આ રજકણોમાંનો ધણો મોટો ભાગ તો ખનિજ દ્રવ્યોની ધૂળનાં સૂક્ષ્મ કણોનો બનેલો હોય છે, પણ તે ઉપરાંત પ્રુકોનો પરાગ, સૂક્ષ્મ અંકુરો, રૂ, ઉન વગેરેની ઝેણુ વગેરે વિવિધ જાતનાં કણુ પણ હોય છે. હવાની અંદર ચતા પ્રવાહોની અસરથી એ સૂક્ષ્મ રજકણો આખા વાતાવરણમાં બાપી જાય છે. વાતાવરણનો ભાગ્યે જ કોઈ ભાગ એવા કણુ વગરનો હશે. ચિંત્ન એટલિન નામના એક વિજ્ઞાનીએ અમુક હવાના નમુનામાંથી એવાં રજકણોને છૂટાં પાઢી ગણી કાઢવાની યોજના સોધી કાઢી છે. હવાની અંદરથી એ રજકણોને દૂર કરવાનું બની શકે એમ નથી, પરંતુ દર ચોમાસે વરસાદ એ કામ કરે છે. વરસાદ હવાને ધોઈ ચોક્ખી કરે છે. વરસાદના પાણીના એક ટીપાને દેવતા પર ગરમ કરી તેનું પાણી ઊરાડી મૂકીએ તો કેટલાંક નક્કર રજકણો પાછળ રહેલાં દેખાય છે. એ રજકણોને સૂક્ષ્મદર્શક ચંત્ર નીચે તપાસતાં તેમાં ધૂળ તથા કાજળનાં અસંખ્ય કણુ તેમજ મીઠા તથા ખીજા દારનાં કણુ પણ જણાય છે.

હવાની અંદર અશુદ્ધિ રૂપે ઝુલતી ધૂળ ગૃહિણીઓને બહુ ત્રાસ આપે છે. ધરને સાફ અને ચોક્ખું રાખવાની તેમની મહેનત ઉપર



પાણી ફેરવે છે. કલાકે. કલાકે તે પાતળા ચરમાં મેજ તથા ખીજ જગાએ પર પથરાઇ જઇ હેરાંન કરે છે. જોરથી વાંતા પવન જોડે જીડતી વૈશાખ જેઠની ધૂળ આંખ તથા મોંને ધુરી નાખે છે. એ ધૂળને માટે બધા અકળામણના ઉદ્દગાર કાઢે છે. પણ એ ધૂળ કેટલી કિંમતી છે એ તેઓ જાણતા નથી. નાનામાં નાનો ધૂળનો કણ કુદરતનો અજળ અરીસો છે. એની ઉપર પડેલાં તેજનાં કિરણ પરાવર્તન પામે છે. ઓરડાની બહાર આવેલા આવા અસંખ્ય અરીસાઓને લીધે જ આપણા ઓરડામાં અજવાળું આવે છે. જો હવામાં એ રજકણો ન હોય તો બહાર સૂર્ય પ્રકાશનો હોય છતાં ઓરડામાં તો અંધારું જ રહે, અને સૂર્યનાં સીધાં કિરણ આવે તો જ અજવાળું થાય. સૂર્યના તેજને બધે પહોંચાડનાર તથા ફેલાવનાર આ ધૂળનાં રજકણો જ છે. આ ઉપરાંત એ ઝીણાં કણ સૂર્યનાં સાન રંગનાં બનેલાં કિરણોને માટે ગરણાં રૂપ થાય છે. સૂર્યમાંથી આવતાં કિરણ આ રજકણવાળી હવામાં થઇ પસાર થાય છે, ત્યારે તેઓ ગળાઈ જાય છે. લાલ નારંગીઓ વગેરે મોટાં મોંઝાંવાળાં કિરણો તેમાંથી આગળ જઇ શકે છે, પણ નાનાં મોંઝાંવાળાં ખીજ રંગનાં કિરણો તેમ પસાર થઇ શકતાં નથી. તેથી સૂર્યોદય તથા સૂર્યાસ્ત વખતે અગતતા લાલ, યુલાખી, કીરમજી, નારંગીઆ, સોનેરી વગેરે રંગોની ઝળકથી વાદળાં રંગાઇ રહે છે, અને ઘણા મનહર સુંદર દેખાવો જોવામાં આવે છે. સૃષ્ટિસૌન્દર્યનાં એ અતુલ્ય દરયોતું કારણ પેલી આપણે ધિક્કારેલી, આપણને ત્રાસ આપતી ધૂળ જ છે. આપણા ઓરડામાં અજવાળું થાય છે, આકાશનો સ્વચ્છ ધેરો જુરો રંગ દેખાય છે, તથા સૂર્યોસ્તની સુંદર અસર થાય છે તે બધા ધૂળના જ પ્રતાપ ! એ જ ધૂળનાં કણને ચોટલાં વિવિધ જંતુઓ જાત જાતના રોગ પેદા કરે છે, તથા તેનાથી જ દૂધ ફાટી જાય છે અને ઘણાં દ્રવ્યો કોલી કે સડી જાય છે. ઇશ્વરની કુદરત અજળ છે !

: વાતાવરણનો વિસ્તાર અથવા ઉંચાઇ:—વાતાવરણના

પડતો વિસ્તાર કેટલો છે તે ચોક્કસ રીતે કહી શકાય એમ નથી, કારણકે પ્રત્યક્ષ રીતે તેનું માપ કાઢવાનું કંઈ સાધન નથી. બહુનો તથા વિમાનોની મદદથી પણ પાંચ કે છ માઇલથી વધારે ઉંચે હવાની સ્થિતિનું અવલોકન કરી શકાય એમ નથી, કારણકે એ ઉંચાઇએ હવા એટલી બધી પાતળી થઇ જાય છે કે તેમાં માણસ ભાગ્યે જ જીવી શકે ! આ સ્થિતિમાં આડકતરી રીતે એ બાબતનો નિર્ણય કરવામાં આવે છે. આસો તથા કારતકની કોઇ અધારી રાતે આકાશ તરફ નજર કરશો તો તેમાં ધણુ ખરતા તારા નજરે પડશે. એવા ખરતા તારાની લાંબી તેજરેખાઓથી આકાશ ધણું ભભૂ લાગે છે. આ ખરતા તારાઓ પોતે જાતે પ્રકાશવાન હોતા નથી. તે તો તેજની દ્રવ્યના બનેલા હોય છે. તેમનાં ઝુંડનાં ઝુંડ આકાશમાં ફરતાં રહે છે. એવા ઝુંડમાંના કોઇ એકની પાસે થઇને પૃથ્વી પસાર થતી હોય છે, ત્યારે તે ઝુંડમાંના કેટલાક પૃથ્વીના ખેંચાણથી તેની તરફ ખેંચાઇ આવે છે. આમ ખેંચાઇ આવતા તે ટુકડાઓ ધણુ વેગથી પડતા આપણી પૃથ્વીના વાતાવરણની અંદર દાખલ થાય છે, ત્યારે તેની જોડેના ધર્ષણથી ગરમ થઈ સળગી ઉઠે છે, અને પ્રકાશિત બને છે. આ પ્રમાણે તેજસ્વી બનેલા ખરતા તારાનાં સ્થાન તથા ગતિની દિશાનું બે જુદે જુદે સ્થળેથી અવલોકન કરવાથી તેની ઉંચાઈ જણાય છે. વાતાવરણમાં આવ્યા પછી તે તેજસ્વી થાય છે એ ઉપરથી વાતાવરણની ઉંચાઇનો ખ્યાલ આવે છે. આ રીતે તપાસતાં વાતાવરણની ઉંચાઈ આશરે ૨૦૦ માઇલ જેટલી અડસ-દંવામાં આવી છે.

**વાતાવરણની ગરમી તથા ધક્કાપણની સ્થિતિ:—**  
પૃથ્વીની આસપાસનું વાતાવરણનું પડ બહું એક સરખું ધક્કું નથી. પૃથ્વીની સપાટી આગળના થર પર આખા પડનો ભાર હોવાથી તે વધારે ધક્કું હોય છે; પણ જેમ જેમ ઉંચે ચડતા જઈએ છીએ, તેમ તેમ વાતાવરણની હવા પાતળી પડતી જાય છે. આ કારણથી પર્વતની

ટોચ આગળની હવામા શ્વાસ લેતાં મુરકેલી નહે છે, અને તેથી પર્વતો ચઢનાર પોતાની જોડે ઓક્સીજન વાયુનાં પીપ લઈ જાય છે, તથા ઓક્સીજન વાયુ પુરો પાડનાર 'પોટેશિયમ ક્લોરેટ' નામની દવા પીએ છે. પાતળી હવામાં શ્વાસ લેતાં તકલીફ પડવાનું કારણ એ છે કે વાતાવરણના દબાણથી આપણા શ્વાસમાં ઓક્સીજન વાયુઓ તે દબાણ ઓછું થતાં છૂટા પડી જાય છે. હવાનું દબાણ અથવા ભાર ઘટવાની બીજી અસર એ થાય છે કે એટલી ઉંચાઈએ આપણે રોજની પેઠે રસોઈ કરી શકતા નથી; દેવતા પર મૂકેલું પાણી ઓછી ગરમીએ ઉકળવા માંડે છે. તળેટીમાં પાણી ૧૦૦° (સે.) અંશ જેટલું ગરમ થયા પછી ઉકળવા માંડે છે, પણ ટોચ આગળતો ૮૫ કે ૯૦ અંશ ઉકળવા માંડે છે. હવે પાણીનો એવો નિયમ છે કે ઉકળતી વખતે તેની ગરમી એક સરખી રહે છે; એટલે કે જો ૯૦ અંશે તે ઉકળવા માંડે તો પછી તે બધું પાણી વરાળ થઈ જાય ત્યાં સુધી એની તબે ગમે તેટલો તાપ કરો તોપણ તેની ગરમી જરા પણ વધશે નહિ. હવે ધ્યાન ચડાવો આટલું પાણી ૧૦૦° જેટલું ગરમ જોઈએ, એટલે એથી ઓછી ગરમીએ તે કેવી રીતે ચડે? આમ હોવાથી શ્વાસ બનાવવાનાં વાસણ વાપર્યા વગર ત્યાં રસોઈ થઈ શકે નહિ. એવાં વાસણમાં ઊના થતા પાણી ઉપર સારી પેઠે દબાણ મુકવામાં આવે છે કે જેથી તે વધારે ગરમીએ ઉકળે.

**વાતાવરણનો વાયુ ઉંચે જઈએ તેમ ઠંડો થતો જાય છે.**

વાતાવરણની હવા નીચેથી ઉપર જતાં પાતળી થતી જાય છે, તે તો આપણે જોયું. પણ તે ઉપરાંત તેના સંબંધમાં એક બીજી વાત પણ ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે. તે તળેથી ઉપર જતાં વધારે ઠંડી પડતી જાય છે. આ કારણથી ટેકરીની કે પહાડની ટોચ આગળની હવા તેની તળેટી આગળની અથવા મેદાનોની હવા કરતાં વધારે શીતળ હોય છે. એ જ કારણે ઊનાળામાં શેકો એવા પહાડ પર હવા ફેર માટે જાય છે. પૃથ્વીની સપાટીથી ઉંચે જતાં હવાની

ગરમીની સ્થિતિમાં આમ ફેર પડે છે, એટલું જ નહિ પણ પૃથ્વીના જુદા જુદા ભાગોમાં પણ તે બાબતમાં ફેર પડે છે. વિષુવવૃત્તની આગળ સૂર્યના કિરણ સીધાં પડે છે, તેથી ત્યાં હવા બારે માસ ગરમ રહે છે, પણ ત્યાંથી જેમ જેમ આપણે ઉત્તર કે દક્ષિણ દ્રુવ તરફ જઈએ છીએ તેમ તેમ તેનાં કિરણ ત્રાંસાં થતાં જાય છે, અને પરિણામે હવા ઓછી ગરમ થતી જાય છે. આ ઉપરથી જણાય છે કે પૃથ્વીના કોઈ પણ ભાગની હવાની ગરમીનો આધાર તેના અક્ષાંશ પર છે.

**વાતાવરણના વાયુની ગતિ:**—વાતાવરણની હવા હંમેશાં સ્થિર સ્થિતિમાં રહેતી નથી, પરંતુ વહેતી જ રહે છે. આપણી ઇન્દ્રિયોથી પરખાય એટલી ગતિથી તે હાલે છે ત્યારે તેને આપણે ‘પવન’ કહીએ છીએ. ઇન્દ્રિયોથી ચોક્કસ રીતે પરખાય એવી ગતિ ઉપરાંત હવાના મોટા સમૂહોમાં ગરમીને કારણે બેમાલુમ ગતિ થયા જ કરે છે. ઝાડનું પાન સરખું પણ ન હાલતું હોય એવે પ્રસંગે પણ આવી ઉપરથી નીચેની કે નીચેથી ઉપરની વાયુની ગતિ તો થયા જ કરે છે. વાયુને નિયમ છે કે વધારે દબાણવાળી જગાએથી ઓછા દબાણવાળી જગાએ જવું. વાયુના દબાણનો આધાર ગરમી ઉપર છે. ગરમીની અસરથી હવા ધુલી હલકી બને છે, અને ઠંડકથી તે સંકોચાઈ ઘટ્ટ બને છે, એટલે આખરે હવાની ગરમીની સ્થિતિ એ જ તેની ગતિનું કારણ છે. હવાની અંદર થતા પ્રવાહોને કારણે તેની અંદરની પાણીની વરાળ વહેંચાઈ જાય છે, તથા તેની વેગ ભરી ગતિથી જ પાણી તથા જમીન પર વિવિધ વિનાશક અસરો થાય છે.

**જળાવરણ અથવા જળનું પટ:**—જળાવરણમાં આખી પૃથ્વી પરનાં નાનાં મોટાં બધાં જળાશયોનો સમાવેશ થાય છે. એટલું જ નહિ પરંતુ સુકા જમીનના ખડકોનાં છિદ્રોમાં સમાયેલા પાણીનો પણ સમાવેશ થાય છે. અહિં આપણે માત્ર જળાશયોનો જ વિચાર કરીશું. સમગ્ર ખગોળ જળાવરણના બે ભાગ કદી સુકાય (૧) સમુદ્ર

નથા (૨) જમીન પરનાં જળાશય. સમુદ્રમાં જળ સમૂહ અખંડ છે. પરંતુ જમીન પરનો જળ સમૂહ તેના જેવો અખંડ નથી, પણ નાના મોટા જળાશયના રૂપમાં આખી પૃથ્વી પર છુટે. છવાયેા પથરાએલો હોય છે.

પૃથ્વી પરના કુદરતી જળના મીઠું તથા ખાઈ એવા બે પ્રકાર ક્રમેષ્ણ છે. આ બે પ્રકાર સ્વેચ્છાએ પાડેલા છે. ખંડે તોનાં એ કુદરતી પ્રકાર નથી. પાણી માત્રમાં ક્ષાર હોય છે. જો જોએ પરખાય એટલા પ્રમાણમાં ક્ષાર હોય તો પાણી ‘ખાઈ’ કહેવાય છે, અને તેથી એાજા પ્રમાણમાં હોય તો તે ‘મીઠું’ કહેવાય છે. ‘ખાઈ’ તથા ‘મીઠું’ પાણી, એવા પાણીના પ્રકારનો આધાર તેની અંદર રહેલા ક્ષારના વધારે એાજા પ્રમાણ ઉપર હોવાથી, એ જાતનો વિભાગ અગત્યનો નથી. ખારા તથા મીઠા પાણીમાં રહેતાં પ્રાણીઓની ઘટના એક એકથી ઘણી ભિન્ન હોય છે, એ ખીના બવહાર દૃષ્ટિએ ઉપયોગી હોવાથી લક્ષમાં રાખવાની જરૂર છે. ખીજી વાત એ યાદ રાખવાની છે કે દરી-આનું તળિયું તદ્દન સપાટ નથી પણ તેની અંદર પણ મેદાન, ખીણ તથા ટેકરી એવા ભાગો હોય છે. પેસિફિક મહાસાગરનો ઉંડામાં ઉંડો ભાગ ૩૧,૬૧૪ ફીટ ઉંડો મપાયો હતો. ધણીવાર દરીઆના ધણા ઉંડા ભાગ કિનારાની તરત પાસે હોય છે. આ ઉપરથી એવું અનુમાન થાય કે સમુદ્રના તળિયામાં ધણા ઉભા ઢાળ હોય છે.

સમુદ્રના પાણીમાં પવનની અસરથી નાનાં મોટાં મોજાં આ થાય છે, અને તે ઉપરાંત પૃથ્વીના જુદા જુદા ભાગમાં વધારે એાજા પ્રમાણમાં ગરમી પડતી હોવાથી તેની અંદર પાણીના પ્રવાહો પણ ઉત્પન્ન થાય છે. વિષુવવૃત્ત આગળથી હિના પાણીનો પ્રવાહ દુવે તરફ જાય છે અને ત્યાંથી વિષુવવૃત્ત તરફ ઠંડા પાણીના પ્રવાહ આવે છે. આ ઉપરાંત સૂર્ય તથા ચન્દ્રના આકર્ષણ બળને પરિણામે સમુદ્રમાં ભરતી એાટ થાય છે, અને તેને પરિણામે અખાતોનાં તથા નદીઓનાં મુખોમાં પાણીની સપાટી ઉંચી નીચી થાય છે.

ભૂમિનું પદઃ—પાણીની બહાર આવેલી સુકી જમીનનો આપણુ જોવામાં આવતો લાગ ખડક અથવા શિલાઓનો બનેલો હોય છે. ખડક અથવા શિલા ખનિજ રજકણોના બનેલા હોય છે. ‘ખડક’ એ શબ્દ જોલતાં જ તે કંઠણ હોવો જોઈએ, એવો ખ્યાલ આપણા મનમાં પેદા થાય છે. પણ આપણે એ શબ્દને એ ટુંકા અર્થમાં નહિ વાપરીએ પણ ‘ખનિજ રજકણોના’ સમૂહ એવા વ્યાપક અર્થમાં જ વાપરીશું.

### પ્રકરણ ૩ જી

આપણા મામની આસપાસનાં ખેતર, નદી, નાળાં, ડુંગરીઓ તથા ખીણો આપણે નાનપણથી જ જોવાં તેવાં જોયા કરીએ છીએ, તેથી પ્રથમ દ્રષ્ટિએ તો આપણને એમ જ લાગે છે કે આપણી પુરાતન પૃથ્વીનાં મુખપૃષ્ઠમાં કાંઈ જ ફેરફાર થયો નથી. પ્રાચીન કાળથી તે જોવીને તેવી જ છે. પણ જરા ધ્યાનથી તપાસ કરતાં આપણને તુરત સમજાશે કે આપણી આ ધારણા ખરી નથી. પાદર આગળની નદી પોતાનું તળિયું કાપી ઉંડી ઉતરતી જણાય છે, અને તેના પટમાં જુદે જુદે સ્થળે ખોદાણુ તથા પુરાણુ થાય છે. સહેરોની અંદર પણ માટી ફરવાથી જુનાં ઘરોનાં પગથિયાં પુરાઈ જાય છે, અને જો દર વર્ષે મરામત ન થતી હોય તો રસ્તાઓની સ્થિતિ કેવી હોય તે કળી શકાતું નથી. ચોમાસામાં રેલ આવે છે ત્યારે નદીઓનાં પાણી ડોળાં હોય છે, તેથી એમ સમજાય છે કે તેને ડોળું કરનાર માટી તથા તેમાંના પથરા અને કાંકરા ખીજે કંઈથી આવતા હોવા જોઈએ, અને તેને લીધે તે ઠેકાણે ધણો ફેરફાર થતો હોવો જોઈએ. ચોમાસામાં તળાવનું પાણી ડોળું તથા સ્તુમકું હોય છે, પણ ધીરે ધીરે તે ઝાંખું બુખરું થતાં થતાં આખરે તદ્દન નિર્મળ થઈ જાય છે. તેથી સહેજે સમજી શકાય છે કે એનાં મેલ તથા કચરો એના તળિયા પર ફરતો હોયો જોઈએ. જો આમ દર વર્ષે તેના તળિયા પર કચરો સ્થા

કરે તો તે આખરે ઢાંછડું થઈ સુકાઈ ગયા વગર રહે નહિ. ત્રીસ વર્ષ જેટલા ટુંકા સમયમાં જો આપણે આપણી આસપાસ આવા આવા ફેરફાર થતા જોઈ શકીએ તો અનંત યુગોમાં થતા ફેરફાર વિષે આપણે શું કહીશું ? જો આપણા ગામના ચાન્ત જેવા પ્રદેશમાં પણ આવા અને આટલા ફેરફાર થાય તો જ્યાં ધોધમાર વૃષ્ટિ થઈ મહાન જંગી રેક્ષો આવતી હોય, જ્યાં અત્યંત ગરમ દિવસો પાછળ અતિ શીતળ રાત્રી આવતી હોય, જ્યાં જવાળામુખીના કડાકા ધડાકાથી પૃથ્વી કંપી રહેતી હોય, તેવા તથા ઉભા દાળવાળા અને ગગનચુમ્બી શિખરોવાળા હિમાલય જેવા પર્વત પ્રદેશોમાં થતા ફેરફારોની શી વાત પૂછવી ? ખરે, આપણી પૃથ્વી અવિકારી નથી. એકવાર પેદા થયા પછી તે અવિકારી, સ્થિર સ્થિતિમાં રહી શકી નથી. તેનાં મુખપૃષ્ઠમાં નિરંતર કાંઈને કાંઈ ફેરફાર થયા કરે છે. સ્થિતિ નહિ પણ નિરંતર થતા ફેરફાર એ વિશ્વનો નિયમ જણાય છે. સંસાર પરિવર્તનશીલ છે અને તેમાં અવિકારી અવ્યય એવું પરબ્રહ્મ સિવાય બીજું કંઈ નથી. ઉત્પત્તિ, સ્થિતિ અને લય એ ત્રણ વિકારો બધી સૃષ્ટિ વસ્તુઓ અનુભવે છે, પણ આ બધા ફેરફારો ધણા જ ધીમે ધીમે થાય છે. તેથી માણસ પોતાની વેંતબર જીંદગીમાં તે કેવી રીતે જોઈ શકે? વડના ઝાડને ઉગી મોટું થતાદાર વૃક્ષ થતાં ધણું વર્ષ લાગે છે. કેઈ માણસ પોતાની જીંદગી દરમિયાન બીજાથી માંડી મોટા ઝાડ સુધીની તેની વૃદ્ધિ જોવા શક્તિમાન થતો નથી; તો પણ તે ખાત્રી પૂર્વક જાણે છે કે દરેક વડનું ઝાડ બી કે વડવાઇમાંથી થયું હશે. આમ માનવા માટે તેની પાસે કાંઈ પ્રત્યક્ષ પ્રમાણ નથી, કારણ કે એણે જાતે કોઈ પણ વડની બધી વૃદ્ધિ જોઈ નથી; પરંતુ તેણે જુદી જુદી અવસ્થાના વડ જોએલા હોય છે તે ઉપરથી તે એ પ્રમાણે અનુમાન કરી શકે છે. કેઈ જગોએ ધુમાડો જોતાં ત્યાં અગ્નિ હતી એવું અનુમાન આપણે કરી શકીએ છીએ, તેમજ આવા પ્રસંગોમાં પણ આપણે આનું અનુમાન કરી શકીએ છીએ. પૃથ્વીના પોતાના

ખડકો ખાનથી તપાસતાં આપણે અનુમાન કરી શકીએ છીએ કે તેમાં બિરંતર કાંઈને કાંઈ ફેરફાર થયાં જ કરેલા છે. એ ફેરફારો કેવા પ્રકારના છે તથા ક્યાં બળોની અસરથી થયા છે તે હવે આપણે તપાસીશું.

### પ્રકરણ ૪ થું

પૃથ્વીની સપાટી ઉપર તેમજ તેના અંદરના ભાગમાં અનેક બળો કામ કરી રહ્યાં છે. પાણી, હવા, ગરમી, તથા સજીવ પ્રાણી વનસ્પતિઓ, એ બળો તેના યુગ્મપૃષ્ઠ પર વધારે ઓછી પ્રબળ અસર કરી રહ્યાં છે, અને જ્વાળામુખી, ધરતીકંપ, તથા પૃથ્વીના ચોપડાની ઉપસવાની કે ડબ્બવાની બેમાલૂમ પણ સૈકાઓ દરમિયાન થતી ગતિ, એ તેના ગર્ભમાં કાર્ય કરતાં બળો છે. આ બધાં બળો કેવું અને કેવી રીતે કામ કરે છે તે હવે આપણે જરા વિગતવાર તપાસીશું.

**જળીનું કાર્ય:**—આપણી પૃથ્વીના યુગ્મપૃષ્ઠને ઘડનાર કુદરતી બળોમાં જળ સૌથી વધારે પ્રભાવશાળી છે. દુનિયાનાં દ્રવ્યોમાંનાં ઘણાં તેમાં ઓગળી શકે છે. એકબા પાણીમાં ન ઓગળતા કેટલાક ક્ષાર, ઓક્સિજન કે કાર્બન ડાયોક્સાઇડવાળા પાણીમાં સહેલાઈથી ઓગળી જાય છે. આરસપહાણ, ચાક, ચુનાપથ્થર, મરદીઆ વગેરે સાદા પાણીમાં ઓગળતાં નથી, પણ કાર્બન ડાયોક્સાઇડવાળા સોડા વોટરના પાણીમાં ઓગળી શકે છે. જળ, પૃથ્વી પર જુદા જુદા રૂપમાં જોવામાં આવે છે. એ આકાશમાંથી વૃષ્ટિ રૂપે પડે છે, અને પછી નાના મોટા રેલા, વહેળા તથા નદીના રૂપમાં સમુદ્ર તરફ વહી જાય છે. આ પ્રમાણે, વહેતું પાણી આખરે તળાવ કે સમુદ્રમાં જઈ મળે છે. પર્વતનાં શિખરો પર તે હિમના શ્વેત સુકુટ રૂપે જમા થાય છે, અને પછી ભાંચી ઓગળી નદીઓ વાટે નીચે મેદાનોમાં વહી જાય છે. મહાસાગરો પણ પૃથ્વીતળ પરનાં મોટાં જળાશયો છે. આ ઉપરાંત પ્રાણી સહીવાર પૃથ્વીમાંથી ઝરણુરૂપે પ્રજ્વળત નીકળી આવે છે.



હિનાળાના પ્રયંત તાપથી તપેલી ભૂમિ, તથા ઉની લૂથી અક-  
 ણાએલાં પાણી માત્રને ચોમાસાની પહેલી વૃષ્ટિ કેટલો આનંદ આપે  
 છે ! એક ગભરામણ અને અકળામણ કરાવતા દિવસને અંતે બધું  
 તદ્દન શાન્ત અને ચીંચુપ થઇ ગએલું હોય છે, ઝાડનું પાન સરખું  
 પણ હાલતું હોતું નથી, તેવામાં આકાશ કાળી ધનધોર ઘટાથી છવાઈ  
 જાય છે. વાદળોથી સૂર્યનો પ્રકાશ આવતો અટકી જઇ ચોમેર અંધ-  
 કોટ જેવું થઈ જાય છે. તેવામાં એકદમ સુસવાટા મારતો પવન  
 ધુંકાવા માંડે છે, ઝાડની ડાળોએ જોરથી આમ તેમ હાલવા મંડી  
 જાય છે, ઉપરા ઉપરી વિજળીના અમકારા થઇ આકાશ મેઘની  
 ગર્જનાના ગડગડાટથી ગાજી રહે છે. પછી મોટી ધારે મેઘ પડવા  
 માંડે છે. બીની થએલી તરસી જમીનમાંથી માટીની સોરમ ચોમેર  
 પથરાય છે, અને થોડીવારમાં નાના મોટા રેલા જમીન પર ચાલવા  
 માંડે છે. નીકો તથા ગટરો પાણીથી ભરાઈ જાય છે. બે ચાર કલાક  
 આમ વર્ષા બાદ વૃષ્ટિ બંધ પડી જાય છે. ધૂળ ધોવાઇ જવાથી  
 તાજાં અને ચળકતાં પાનવાળાં ઝાડ આયમના સૂર્યના કુમળા બીના  
 તાપમાં ધણું મનોહર દીસે છે. બેઢરકાર ગંદા શહેરીઓએ એંદવાડ  
 નાખી ગંદા કરેલા રસ્તા વૃષ્ટિના પાણીથી ધોવાઈ ચોક્કસ થાય છે.  
 વૃષ્ટિનું પાણી શહેર તથા ગામને સાફ કરે છે, તથા વૃક્ષને રનાન  
 કરાવી નિર્મળ કરે છે, એટલુંજ નહિ પણ તે વાતાવરણના વાયુને  
 ધોઇને સાફ કરે છે અને તેની અંદરની ધુળ તથા બીજી ઝુલતી  
 અશુદ્ધિઓને દૂર કરે છે. હવાની અંદરના ઑક્સિજન તથા કાર્બન  
 ડાયોક્સાઇડ વાયુઓને પણ કેટલેક અંશે તે શોષી લે છે. જમીન  
 ઉપર પડેલું પાણી વિવિધ સડતા, કહોતા ઉકરડામાં થઇને વહે છે  
 તે વખતે તેમાં ઘણા મોટા પ્રમાણમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ વાયુ ભળે  
 છે. આવી રીતે પાણી અશુદ્ધ તો થાય છે, પણ પૃથ્વી પરના વિવિધ  
 ખડક પર રાસાયણિક કાર્ય કરવાની તેની શક્તિ વધે છે. વરસાદ રૂપે  
 જમીન ઉપર પડેલા પાણીને ઘણો મોટો ભાગ તો નાના મોટા રેલા

રૂપે પાસેનાં નાળાં તથા ઝરણામાં વહી જાય છે, અને એ વળી પાસે આવેલી કોઈ નદીમાં વહી જાય છે. અમુક પ્રદેશ પર પડેલા પાણીનો ધણોખરો ભાગ તો તે પ્રદેશના ઉંચા ભાગમાંથી વહી તેના સૌથી નીચા ભાગમાં આવેલી નદી વાટે સમુદ્ર કે કોઈ સરોવરમાં આખરે જાય છે; પરંતુ વરસાદમાં પડેલા પાણીનો કેટલોક ભાગ આ પ્રમાણે વહી ન જતાં જમીનમાં ઉતરી જાય છે.

**જમીનની અંદર ઉતરી ગયેલું પાણી:--**પૃથ્વીનું તલરેતાળ કે સહિદ્ર કે ફાટથીરાવાળા થરનું ખનેલું હોય ત્યાં વરસાદનું પાણી ધણા મોટા પ્રમાણમાં તેની અંદર ઉતરી પડે છે. કંઠણ તથા અભેદ તળાઉ આવે ત્યાં સુધી પાણી આમ નીચું ઉતરું જાય છે. અભેદ



આકૃતિ નં ૨

હમાં ઝરણ. ક, ક સહિદ્ર અથવા ભેદ થર; ક, ક અભેદ અથવા કંઠણ થર; ક ઝરણ; હ ભે થર વચ્ચેની ફાટ.

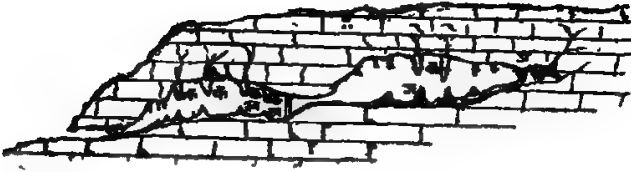
તળાઉ આવતાં તે નીચે જઈ શકતું નથી, એટલે તે કંઠણ થર પર ઉંચા ભાગથી નીચા ભાગ તરફ વહેવા માટે છે. આગળ જતાં એ થરનો છેડો જમીનની સપાટીએ આવી જતો હોય તો ત્યાં તે ઝરા રૂપે બહાર નીકળી વહેવા માટે છે. આમ વહેતા પાણીને જથ્થો પુષ્કળ હોય અને ઝરા બારે માસ વહેતો હોય તો ઝરા બારમાસી

કહેવાય. બધા ઝરા ખારમાસી હોતા નથી. જમીનની અંદરનો કંઈયે થર ઉપર બતાવ્યું છે તેમ સપાટ રહી જમીનની સપાટી પર ન આવી રહે પણ પહેલાં નીચો ઢળી પછી પાછો ઉંચો ચઢી અથ ગોળાકાર થાય તો તેવે પ્રસંગે ઉપલાં છિદ્રાણુ થરોમાંથી ઉતરી આવતું પાણી પૃથ્વીના અંદરના ભાગમાં પેલા કંઈયે અને અભેદ થર પર જમા થાય છે. કુવો ખોદતાં કે બીજી કાંઈ રીતે એ પાણીને બહાર પૃથ્વીની સપાટી પર આવવાનો માર્ગ મળે તો તે ધણી જોડેથી ઉંચું ચઢે છે, અને કેટલી વાર તો કુવારા રૂપે બહાર નિકળે છે. આવા કુવા પાતાળ કુવા કહેવાય છે.\* પુષ્કળ પાણી વાળા થરે પહોંચાય નહિ ત્યાં સુધી કુવો સારો ગણાય નહિ. સાધારણ કુવા કરતાં સાય-ડાના ( બોરિંગના ) કુવામાં પાણી વધારે નીકળે છે તેનું કારણ એ કે તે પુષ્કળ પાણીવાળા થરે પહોંચેલા હોય છે.

જમીનની અંદર મરેલાં પાણીને વહેવા માટે જમીનની અંદર કંઈ ખુલ્લા માર્ગ નથી હોતા, પણ જમીનની અંદર આવેલાં માટી, રેતી, તથા ચાક જેવાં દ્રવ્યનાં છિદ્રાણુ થરોમાં થઈને તે વહે છે.+ ચુના પથ્થર જેવા કંઈયે થરોમાં કાટ કે ચીરા હોય તો તેમાં થઈને પણ પાણી વહે છે. આ પ્રમાણે વહેતું પાણી તે પથ્થરોને ધણી મોટા પ્રમાણમાં ઓગાળી નાખે છે, કારણ કે તેની અંદર કાર્બન ડાયોક્સાઇડનું પ્રમાણ ધણું વધારે હોય છે.

\* પૃથ્વીની અંદરના ભાગમાં ‘પાતાળ’ એવા કાંઈ ખાસ પ્રદેશ નથી, પરંતુ સાયડો મારી કુવો ખોદતાં અમુક નક્કર પડ ભેદવાં, પૃથ્વીના અંદરના ભાગમાં જમા થએલું પાણી જોડેથી તથા ધણી મોટા પ્રમાણમાં બહાર નીકળે ત્યારે તેવા કુવાઓ પાતાળ કુવા કહેવાય છે.

+પાણીમાં મુકેલો ચાકનો ગાંઠડો, જેમ પાણીથી ટરખોળ થઈ બંધ છે તેમ પૃથ્વીની અંદરના થર પાણીથી ટરખોળ થઈ બંધ છે. આ પ્રમાણે પાણી બહારને એક છોડેથી બીજે છોડે પહોંચે છે, અને ત્યાંથી સખી આવજી બંધ છે.



આકૃતિ નં. ૩

કામન ડાયોક્સાઇડવાળા પાણીના કચડાં જનલી ગુફાનું છેલ્લું છેલ્લું. ક, ક અને ક, ક, ઉપરથી કમતા પાણીને લીધે થએલા કારની સળીઓ બતાવે છે.

સેંકડો વર્ષ આ પ્રમાણે ધાવાણુ થવાથી એ ખડકોમાં મોટી ગુફાઓ બની જાય છે. ધણીવાર પૃથ્વીની અંદર વહેતું પાણી ભૂગર્ભની ગરમીથી ગરમ થઈ ઉના પાણીના ઝરા રૂપે બહાર નીકળે છે. ખીજા પાણી કરતાં આવા ઝરાના પાણીમાં વિવિધ કારોનું પ્રમાણ વધારે હોય છે, તેથી એમનાં પાણી ઔષધ જેવો ગુણ આપે છે.

**જમીન ઉપરથી વહી જતું પાણી:**—ચોમાસામાં ગામના રસ્તા પર થતા ફેરફારોના અવસોકનથી પૃથ્વીના પૃષ્ઠ પર થતા પાણીના કાર્યોને આપણને સારો ખ્યાલ આવે છે. એકાદ સાઈ કાપડું પડતાં ગામના રસ્તા પર પાણી વહેવા માંડે છે. વધારે ઓછા દાળ પ્રમાણે ગામના જુદા જુદા ભાગનું પાણી વધારે ઓછા વેગથી વહે છે. ત્યાં પાણી ધણું જોસથી વહેતું હોય છે ત્યાં તો ટેખાળા, પથરા, નળીઆં અને ખીજા નકકર નાની મોટી વસ્તુઓ ધસડાઈ જાય છે, એટલુંજ નહિ પણ પાણીમાંથી ચાલવાનો પ્રસંગ આવતાં આપણા પગ પર જેરથી નાની મોટી કાંકરીઓ અથડાય છે અને આપણા જોડામાં ભરાઈ જાય છે. કાપડું બંધ પડ્યા પછી થોડીવારે રસ્તાઓ પર પાણી વહેતું બંધ થાય છે. હવે રસ્તાઓ જોતાં આપણને તેમાં ધણું ફેરફાર થએલા જણાય છે. પહેલાં રસ્તાઓ સપાટ હતા પણ હવે તેમાં ખાડા ટેકરા ક્ષુદ્ર મથા હોય છે અને હામ હામ પથરાઓ નીકળી આવેલા જણાય છે. કોઈ કોઈ ઠેકાણે રસ્તાની બાજુઓ ઉપર ઉંડી કાંકરીઓ

પડી ગએલી જણાય છે. ટેકરીઓની બાબુમાં તેા મોટાં ગાયડાં તથા ઉંડી નીકા પડી ગએલી હોય છે. જ્યારે ઢાળવાળા ભાગ પર પથરા નીકળેલા જણાય છે, ત્યારે નીચા ભાગ પર રેતી, માટી, કાંકરા, નળીઆં વગેરેના થર બાઝી ગએલા માલમ પડે છે. એ થરને કાપી ગામમાં ભરાઇ રહેલું પાણી ધીમે પ્રવાહે વહી જતું જણાય છે. આ જોતાં જણાય છે કે વરસાદનું પાણી જોદાણુ કરે છે એટલું જ નહિ પણ પોતે જોદેલી માટી, રેતી, કાંકરા વગેરે દૂર ધસડી પણ જાય છે. જ્યારે એનો વેગ ધીરો પડે છે, ત્યારે તેનાથી જે ચીજો ધસડાતી નથી તે જમીન પર પથરાઇ થરના રૂપે જમી જાય છે. જે કામ નાના પાયા પર ગામનું વહેતું પાણી કરે છે તે જ કામ મોટા પાયા પર નદી ઝરણાં વગેરે પૃથ્વીના મુખપૃષ્ઠ પર કરે છે.

**નદી તથા ઝરણાંનું કાર્ય:**—નદી તથા ઝરણાં પૃથ્વીના ઉંચા ભાગોને ઘોઈ નાખે છે અને તે ધોવાણને પોતાના પ્રવાહમાં ધસડી જાય છે. વળી જે જમીન પર થઇને તે વહી જાય છે તેને ‘ખણવાનું’ કે ‘જોદવાનું’ કામ પણ તે કરે છે. એ રીતે જોદેલાં દ્રવ્યોને દૂર ધસડી જઈ અંતે પોતાની ગતિનેા જાંઝ થાય ત્યાં સરોવર કે સમુદ્રના તળાચા પર તેમને એક સરખાં પાથરી દે છે. તેમનાં આવાં કાર્યોથી તળાવો પુરાઇ જળદાર ખીણો બને છે, બેટા બંધાવાથી તેમનાં મુખ પુરાઇ જાય છે, અને કેટલીક વાર, તેમના મુખ આગળનો છાછરો દરિયો પુરાઇ જઇ નવી જમીન બને છે. આ ઉપરથી જણાશે કે નદી (૧) ધોવાણ (૨) ધોવાણ આવેલાં દ્રવ્યોનું સ્થાનાન્તર તથા (૩) તેમને ઠારવાનું, એમ ત્રણ મુખ્ય કાર્ય કરે છે. નદીઓના આ કાર્યોને આધાર તેમના (૧) વેગ (૨) જળ સમૂહ (૩) તેમના પ્રવાહમાં ધસડાતાં દ્રવ્ય અને (૪) જે જમીન પર થઈ તે વહેતી હોય તેના બંધારણ ઉપર છે.

**નદીઓનું ધોવાણ કાર્ય:**—નદીઓ ધોવાણ કરે છે તેનો આધાર તેમના પાત્રની રચના ઉપર છે. જે તેમના પાત્રમાં પોચા અને

સહેલથી ખવાઈ જાય એવા થર આવેલા હોય તો તે વહેલું ખોદાઈ-  
કપાઈ જાય છે, નદી વહેલી ઉઠી ઉતરી પડે છે, અને તેના આખા  
પાત્રનો દાળ નહિ જેવો થઈ જાય છે. આ ખોદાણુની છેલ્લી હદ  
છે, આ હદે પહોંચતાં તેનો વેગ નહિ જેવો થઈ જાય છે, અને  
તેથી ત્યાર પછી તેનું પાત્ર ભાગ્યે જ કપાય છે. પાત્ર ધસાતું બંધ  
થાય છે તો પણ તેની પાસેના કીનારાનો ભાગ તથા આસપાસની  
ખીજ જમીન તો ખવાયા કરે છે, અને પરિણામે નદીની ખીણ  
વધારે પહોળી અને ઊંડરી થતી જાય છે. પાત્રમાં દર અને કંઈ  
ખડક હોય છે તો કીનારાના ખુલ્લા ભાગ કરતાં તે વધારે વહેલા  
કપાય છે, અને પરિણામે નદીની ખીણ ઉઠી તથા સાંકડી થાય છે.

પાત્ર તથા કીનારા કાપવાની ક્રિયામાં નદી પોતાના પ્રવાહમાં  
ધસડાતા નાના મોટા પથ્થરોનો ઉપયોગ કરે છે. નદીમાં ધસડાતા પથ્થરો  
નિસા પરના નિસાતરા જેવું કાર્ય કરે છે. વપરાએલી નિસા જેતાં  
જણાય છે કે વાટવાની ક્રિયાથી નિસા અને નિસાતરા બંને ધસાય  
છે. એ પથ્થરો નદીનું પાત્ર ખોદે છે એટલું જ નહિ પરંતુ  
નિરંતર નદીના પાત્ર તથા કીનારા જોડે, તેમજ માંહોમાંહે ધસાવા  
કુટાવાથી તેમનાં ખુણીમાં ધસાઈ જઈ તે ગોળ તથા લીસા  
બની જાય છે, અને આખરે બહુ કુટાઈ ખંડાઈ તેમની રેતી થઈ  
જાય છે. આ બધી ક્રિયાઓ કંઈ એક સ્થળે થતી નથી. નદીના  
મુખ આગળ તો તેના પાત્રમાં મોટા મોટા વિવિધ અનિયમિત  
આકૃતિના ખડકો હોય છે. તેના મુળથી જેમ જેમ આગળ જતા  
જઈએ તેમ તેમ તેના પાત્રમાંના ખડકો કદે નાના થાય છે અને  
તેમનાં ખુણીમાં ધસાવા માંડેલાં જણાય છે. આનાથી નીચે જતાં તે  
કદમાં હજુ વધારે નાના તથા વધારે સુવાળા થએલા જણાય છે; પછી  
તો તે લીસા ગોળ પથ્થરો રૂપે દેખાય છે. આ પથ્થરોનું કદ ઘટતાં  
આખરે તે નાના ગોળ પાંચીકા થઈ જાય છે. હજુ આગળ જતાં  
જાડીથી માંડી ઝીણી રેતી અને આખરે માટી જોવામાં આવે છે.

મૂળથી માંડી મુખ મુધીની આવી ત્રેણી લગલગ બધી નદીઓમાં જોઈ શકાય છે.

નદીના પાત્રમાં કંઈયે થરની નીચે પોચા થર આવેલા હોય તો નીચેના પોચા થર પર પાણીના ઘોવાણુની અસર થતી નથી; પરંતુ જ્યાં ઉપરનો કંઈયે થર પુરો થાય છે ત્યાં ખુલ્લા થએલા નીચેના



આકૃતિ નં. ૪

જળ ઘોધની ખીણનું છેદચિત્ર. ક કંઈયે ખડકના થર; જ પોચા ખડકના થર; ગ રેતી પથ્થર. ટીરની નીચાની નદીનો માગ બતાવે છે.

પોચા થરને પાણી કાપે છે, અને તે જગાએ ખોદાણુથી ઉંડો ખાડો પડી ઘોધ થાય છે. પાણી આટલું જ કાર્ય કરી અટકતું નથી પણ જ્યાં ઘોધ પડે છે ત્યાં પાણી પાછું મારી પેલા પોચા થરને પાછલી બાજુ પણ ખોદે છે. આનું પરિણામ એ થાય છે કે કંઈયે થર નીચેના પોચા થર ખવાઈ જાય છે અને ઉપલા કંઈયે થરનો ભાર ઝીલી શકતો નથી, તેથી ઉપલો કંઈયે થર તૂટી પડે છે. આમ થતાં ઘોધ પહેલાંના કરતાં પાછળ ખસે છે. આમ ઉત્તરોત્તર થતું રહેવાથી ઘોધ તેની પ્રથમ જગાની પાછળ હટી જાય છે.

ઘોવાણુ કરેલા પદાર્થોનું સ્થાનાન્તર:—આપણે આગળ જોયું કે પાત્ર તથા કીનારાના ખોદાણુથી છુટાં પડેલાં દ્રવ્યોને પ્રવાહ દૂર ધસડી જાય છે. કદાચ જનનાં દ્રવ્ય ક્યાં સુધી ધસડારે તેનો આધાર પ્રવાહના વેગ ઉપર છે. નદીના મૂળ આગળ ઉભે દાળે જોસબેર ધસી આવતો નગરરણનો પ્રવાહ મોટા મોટા ખડકોને હંચમચાવી, ઉથલાવી, ખાંડી, નીચે ગળાવી કેટલેક મુધી ધસડી જાય છે; પરંતુ તલેટી આગળ પ્રવાહનો વેગ મંદ પડતાં તે ખડક આખો ધસડાઇ ન જતાં પોતાની જગા ઉપર રહેજ રહેજ ગળાયાં કરે છે. નાના પથ્થર

તો ધણે દૂર ધસડાયા કરે છે. જ્યાં ઢાળ વધારે હોય છે ત્યાં પાણી-નો પ્રવાહ વધારે વેગવાન હોવાથી મોટા કદના પથ્થર તેમાં ધસડાઇ શકે છે. પરંતુ જ્યારે નદી ઉભા ઢાળનો પ્રદેશ છોડી સપાટ મેદા-નોમાં પહોળા પથરાઇ જાય છે, ત્યારે તેનામાં મોટા પથ્થર ખેંચ-વાની શક્તિ રહેતી નથી. પછી તો તે ઝીણી રેતી તથા માટીને જ ધસડી શકે છે. છેલ્લે છેલ્લે તો તે માત્ર પોતાનામાં રહેલી ઝીણાં માટીનાં કણ રૂપી ઝુલતી અશુદ્ધિને જ વહી જઇ શકે છે. નદીનો વેગ ધીરે પડતાં તેમાં ધસડાતી વસ્તુઓમાંની, સૌથી ભારે સૌથી પહેલી, એમ ભારેથી હલકીના ઉતરના ક્રમમાં નીચે ઠરવા માંડે છે. નદી સમુદ્રને કે સરોવરને મળે છે, ત્યારે તે મોટા જળાશયોના મહાન જળ સમૂહમાં ભળતાં તેના પ્રવાહનો વેગ નહિ જેવો થઈ જાય છે, તેથી નદીનો લગભગ બધો મળ અથવા કાંપ ત્યાં ફરી જાય છે.

ઝાઝરી નદીઓમાં તથા ઊંચી ભેખડોવાળા કંઠણ કાનારાથી નળ દબાએહું ન હોય એવી નદીઓમાં પૂર આવે છે ત્યારે પૂરનું પાણી બન્ને કાનારે ધણે દૂર સુધી રેલાઈ જાય છે. આ પ્રમાણે કાનારા પાસેનાં સપાટ મેદાનો પર રેલાએહું પાણી તળાવના પાણી જેવું સ્થિર થઈ જાય છે, અને તે વખતે તેમાંનો બધો કાંપ તે મેદાનો પર ફરી જાય છે. કેટલાંક વર્ષે પોતાનું પાત્ર ખોદી આવી નદી ઊંડી ઉતરે છે, ત્યારે તે પોતે બનાવેલી જમીનને જ ખોદી નાખે છે. હવે તેનું પૂર પહેલાં જેટલું રેલાતું નથી, અને તેથી મૂળ પાત્રના કેટલાંક ભાગ પર પૂરનું પાણી ફરી વળતું નથી. હવે એ ભાગ નદીની બહાર આવેલી અગાશી જેવો બની રહે છે. નદીનું પાત્ર જેમ જેમ વધારે ને વધારે ખોદાતું જાય છે તેમ તેમ આવી નવી અગાશીઓ રચાતી જાય છે.

સરોવરમાં દાખલ થતી નદીઓના મુખ આગળનો ભાગ કાંપ ઠરવાથી પુરાઈ જાય છે. પ્રથમ એક થર રચાય છે, અને પછીથી તે મૂળ થરની ઉપર ઉતરોત્તર ખીજ થરો થતા જાય છે, અને એ રીતે





આકૃતિ નં. ૫

નદી પોતાનું પાત્ર કારણે છે તેને પરિણામે થતી અજાણીઓ. જે નદીની હાલની રેલની સપાટી બતાવે છે. ગ, ગ હાલની નદીની કાંઠીવાળી ભેખડ. ગ૧, ગ૨, ગ૩, આ પહેલાંની રેલની સપાટીઓ અને ગ૧, ગ૨, ગ૩, તે સમયની કાંઠાવાળી ભેખડો. જુદા જુદા સમયની ભેખડો નદીની અજાણીઓ બેવી દેખાય છે.

સરિવરનું પુરાણ દર વર્ષે આગળને આગળ વધ્યું જાય છે. સરિવરને સાધારણ કદનું હોય તો વખત જતાં તે પુરેપુરું પુરાઈ જાય છે.

નદી સમુદ્રને મળે છે તે મુખનો ભાગ જે હોંડો હોય તો તેનો કાંપ પહેળા પાંખાના આકારમાં ત્યાં પથરાઈ જાય છે. વખત જતાં ત્યાં નદીના પ્રવાહને કાટખુણે કાંપની નાનીશી ટેકરી રચાય છે. ટેકરીની આ બાજુ એટલે નદીના મૂળ તરફ આવેલા નદીના પાણીનો પ્રવાહ એ અડચણથી ધણો મંદ પડી જાય છે. આમ થવાથી તે ભાગમાં ધીરે ધીરે કાંપ ઠરવાથી નવા થરો અંધાતા જાય છે. વખત જતાં નદીનું મુખ આ પ્રમાણે કાંપ ઠરવાથી બનેલી જમીનથી પુરાઈ જાય છે, અને નદીનો ભાગ વહાણની આવ જા માટે નકામો થઈ જાય છે. ભરૂચ, મુરત, અને ખંભાતનાં અંદરો આ જ કારણથી બાઝ્યાં જણાય છે. નદી સમુદ્રને મળે તે જગા આગળ થઈ સમુદ્રનો અંબળ પ્રવાહ જતો હોય છે તો, તે નદીના કાંપને ધણે દૂર ધસડી જાય છે, અને ત્યાં સમુદ્રના તળીઆ પર દારે છે.

નદીઓ આ પ્રમાણે દર વર્ષે કાંપનો ધણો મોટો જથ્થો લઈ જઈ પોતાના મુખ આગળ સમુદ્રના તળીઆ પર પાથરે છે. આ

રીતે રચાએલા મંત્ર તથા અક્ષપુત્રના બેટાના વિસ્તાર આશરે ૫૦,૦૦૦ ચોરસ માઇલ જેટલો થાય છે. નદી સમુદ્રને મળે ત્યાં તે છાછરો હોય તો જલદીથી પુરાણ જાય છે અને એવી રીતે દરિયો પુરાણ ત્યાં નવી જમીન બને છે. આવી રીતે પહેલાં સમુદ્ર કીનારે આવેલાં બંદર જમીનની અંદર આવી જાય છે. આવી રીતે ઇટાલીમાં રોમન કોકોના સમયનું એફ્રિયા નામનું બંદર હાલ દરિયાથી ચૌદ માઇલ અંદર આવેલું છે.

## પ્રકરણ પ મું

જળનું કાર્ય [ ચાલુ ]

**સમુદ્રનું કાર્ય:**—સમુદ્રનું કાર્ય પશ્ચ નદીના જેવું જ છે. તે પશ્ચ કીનારા તથા કીનારા આગળના તળીઆની જમીન ખેદે છે, ખેદેલાં દ્રવ્યોને દૂર ધસડી જાય છે અને પછી પોતાના તળીઆના ખીમ કોઇ ભાગ પર પાથરી દે છે. દરિયાનાં મોજાં, ભરતી તથા પ્રવાહો આ કામમાં ભાગ લે છે. નદીની પેઠે આ કાર્ય સમુદ્રના આખા તળીઆ પર થતું નથી, પરંતુ ભરતી તથા ઝોટની હલ વચ્ચેની કીનારાની પટ્ટી ઉપર જ થાય છે. આ કામમાં મોજાં ધણા અગત્યનો ભાગ લે છે. તેઓ કીનારા તથા તળીઆને ખોદી નાંખવાનું અને ભરતી તથા સમુદ્રના પ્રવાહોએ ખેદેલી વસ્તુઓને દૂર ધસડી જઈ ખીન્ને ઠેકાણે સમુદ્રના તળીયા પર પાથરવાનું કામ કરે છે.

મોજાં સાધારણ સમયે કીનારા પર ધણા જોરથી અથડાય છે, પશ્ચ તોફાન વખતે તો તેમનું પછડાવાનું બળ ધણું વધી જાય છે. તેવે વખતે તો મોટાં બળવાન મોજાં ઉપરાં ચાપરી ઉછળી ઉછળી કીનારાના ખુલ્લા ભાગ પર ધણા જોરથી પછડાય છે. આવાં મોજાં તોફાન વખતે દર ચોરસ ટુટે ત્રણ દિન જેટલા જોરથી કીનારે પછડાય છે. આ મોજાંઓમાં માત્ર પાણી જ નહિ, પરંતુ મોટા પથ્થર પાંચીકા,

વગેરે પણ એમની જોડે ધસડાઇ કિનારા પર જોરથી પછડાય છે, અને કીનારા પાસેના તળીઆ પર આગળ પાછળ બબડ્યા કરે છે, અને તેમ કરતાં તળીઈ ખેદે છે. મોળાઓનાં આ કાર્યથી કંઈ પથ્થરની ટેકરીઓ કંકડે કંકડે તૂટે છે એટલું જ નહિ, પરંતુ પોત્તી ખડકવાળી ટેકરીઓ તો તળેથી એવી ખોદાઇ જાય છે કે એના ઉપલા ભાગો નરદમ અદર લટકી રહ્યા જેવા થઇ જાય છે અને આખરે સમુદ્રમાં તૂટી પડે છે. એમના તૂટેલા ભાગ વળી પાછા કીનારાં તોડવાના કામમાં લાગી જાય છે. દરિયા કીનારા પાસે ઉભા રહી કે ધ્યાનથી સમુદ્રનું કાર્ય જોશે તો જાણશે કે દરેક મોળું આગળ ધસી આવનાં પોતાની જોડે પથ્થર પાંચીકા આગળ ધસડી લાવે છે. અને જ્યારે તે કીનારે અથડાઈ પાછું વળે છે ત્યારે પેલા પથ્થર પણ પાછા ધસડાય છે. આ પ્રમાણે નિરંતર તે પથ્થરો આગળ પાછળ ધસડાયા જ કરે છે. આ ક્રિયાથી તેઓ ધસાઇ ગોળ અને લીસા થઇ જાય છે અને આખરે ખંડાઈ રેતી થઇ જાય છે. આવી ઝીણી રેતી સમુદ્રના પ્રવાહથી દરિયામાં દૂર ધસડાઈ જાય છે. કીનારાં પોત્તી ખડકનો બનેલો હોય છે ત્યાં સમુદ્રના કાર્યથી તેના જલદી નાશ થઇ જાય છે અને તે બધા ભાગ રેતાળ થઇ જાય છે; પરંતુ જો તે કંઈ ખડકનો બનેલો હોય તો તે આમ એકદમ તૂટી બેઠાઇ જતો નથી, પણ પ્રથમ ઉભા દાળવાળી ટેકરીઓવાળો થઇ જાય છે, અને આખરે સર્વ લક્ષક સમુદ્રના અનિવાર્ય કાર્ય આગળ તેના વિનાશ વહેલો મોડો પણ થયા વગર રહેતો નથી. દરિયાના આવા કાર્યથી કીનારાની પોત્તી જમીન ધીરે ધીરે ખોદાતી જાય છે, અને દરિયા જમીનની અંદર ધુસતો જાય છે. આવાં સ્થળોએ પહેલાં અખાત તથા ઉપસાગરો બને છે. જે ભાગો બૂશિર રૂપે ટકી રહે છે તે ધણી ખરા કીનારાના કંઈ ખડકવાળા ભાગ છે. દરિયા પોતાનાં મોળાં તથા તે મોળાંમાં ધસડાતા પથ્થરોઓથી કીનારાં તોડે છે, એટલું જ નહિ, પણ કીનારાને તોડવાના કામમાં તે એક બીજી

રીત પણ કામ લગાડે છે. ગમે તેવા કંઈ પણ ખડકમાં પણ કોઇ કોઈ ટેકાણે ફાટ કે ચીરા તો હોય છે. મોજી નેરથી કીનારે અથડાય છે ત્યારે આવા કોઇ ચીરામાં પાણી નેરથી પેસી જાય છે, અને તેની અંદરની હવા તે પાણીથી દબાઈ જાય છે; મોજી પાછું વળે છે ત્યારે તે દબાએલી હવા નેર કરી ઝુલી બહાર નીકળે છે. દબાએલી હવાના આ કાર્યથી મૂળનો ચીરા મોટો થાય છે. વળી આવી ફાટમાં મોજીનું પાણી છુસીને તે ફાટના પોલાણમાં મોજીના જેટલા જ નેરથી અથડાય છે, અને ખડકને તોડવાનું કાર્ય કરે છે.

ઉંચી ટેકરીઓવાળા કીનારા પર સમુદ્ર જેટલું વિનાશક કાર્ય કરી શકે છે, તેટલું નીચા અને સપાટ કીનારા પર કરી શકતો નથી. કારણ કે તેવા કીનારામાં તેના વેગનું રોકાણ કરનાર કોઇ હોતું નથી. એટલે તેનો કોઇ અને નેર તે કોની પર અજમાવે ? નમ્રતા રૂપી શસ્ત્રથી સર્જે થએલનો કોણ પરાજય કરી શકે ?

આ પ્રમાણે ખેદેલો અથવા ખલેલો ભાગ દરિયાના પાણીથી કીનારા પાસેના ઊછરા દરિયાના તળીયા પર પથરાઈ જાય છે. આજ ભાગ પર નદીઓની રેલમાં ધસડાઈ આવેલો કાંપ પણ પથરાય છે. દરેક દેશમાં સમુદ્ર કીનારાથી થોડે દૂર આવેલી પટ્ટી પર આ પ્રમાણે કાંપના થર દર વર્ષે જામી જાય છે. ભરતીઓટના પ્રવાહ એક સરખા બળવાન હોતા નથી. ઓટનો પ્રવાહ સામાન્ય રીતે ભરતીના પ્રવાહ જેટલો પ્રબળ હોતો નથી, તેથી સામાન્ય રીતે કીનારા પાસે પથ્થર, અને રેતીની નીચી ટેકરીઓ જામી જાય છે. જ્યાં જ્યાં પ્રવાહ નરમ પડે છે ત્યાં ત્યાં કાંકરી રેતી ઠરે છે, અને તેમ થવાથી સમુદ્રના તળીયા પર રેતીની ટેકરીઓ રચાય છે અથવા દરિયો પુરાવાથી ઊછરા ભાગ બને છે. મોટા પથ્થર તથા ખડકો તો કીનારાની પાસે જ તળીયે ખેસે છે. ત્યાર પછી તેનાથી હલકા પથ્થર, પછી કાંકરી અને છેલ્લે રેતી તથા માટી એ ક્રમમાં સમુદ્રના પાણીનો કચરો તેના તળીયા પર ઠરી જાય છે. કીનારાથી ખસે

માધ્યમ દર નદીની રેલમાં આવેલો કે સમુદ્રે પોતે ખોદાણુ કરી કાઢેલો કચરો ધસડાઈ જતો જોવામાં આવ્યો નથી.

કાંપ દરવાની બાજતમાં આપણા દેશના દ્વીપકલ્પના પૂર્વ તથા પશ્ચિમ કીનારા ઘણા જુદા પડે છે. પશ્ચિમ કીનારા આગળ જળ-દારની પટ્ટી નહિ જેવી જ છે. કારણ કે નદીઓ વાટે આવતો કાંપ સમુદ્રના પ્રબળ પ્રવાહથી, તથા પવનના જોરે આવતાં મોજાને બળે નદીઓનાં મુખ આગળથી દૂર ધસડાઈ જાય છે. પૂર્વ કીનારે નદી-ઓનાં મુખ આગળ મોટા દોઆબો જમ્યા છે એટલું જ નહિ પરંતુ તે કીનારાને સમાંતર પહોળી જળદારની પટ્ટીઓ આવી ગમેલી છે. આ પ્રમાણે પર્વત પ્રદેશની જુની જમીન હવા તથા પાણીના કાર્યથી ક્રમેક્રમે ખવાઈ જાય છે, ત્યારે સમુદ્રના તળીઆ પર નદીઓનો કાંપ તથા તેણે પોતે ખોદેલી જમીનનો છોલ દરવાથી નવા નવા જર રચાય છે. પૃથ્વીના ગર્ભમાં કામ કરતાં બળોને જોરે એવા થરો ધણીવાર પાણીની બહાર ઉપસી આવે છે અને એ રીતે નવી જમીન બને છે.

### હિમનદી (એશિયર)

પાણીનો એવો સ્વભાવ છે કે બહુ ગરમી સાગતાં તે ઉકળી ચરાળનું રૂપ ધારણ કરે છે, અને બહુ ઠંડક લાગતાં જમી ધનરૂપ થઈ જાય છે. પર્વતની ઉપર ચઢનાર માણસને અનુભવથી જણાય છે કે તળેટીથી ઉંચે ચઢે છે તેમ હવા પાતળી તથા ઠંડી પડે છે. આ બંને બાબતો એક સામટી લાગુ પાડનાં સમજાય છે કે પર્વતની ટોચ આગળ પાણી પ્રવાહીના રૂપમાં રહી શકે નહિ. પર્વતનાં શૂંગ આગળ વૃષ્ટિ પણુ હિમના જ રૂપમાં પડે છે. આવી હિમનાં પીંછાં રૂપે પડતી વૃષ્ટિ મોટા પોચા દગલા રૂપે પર્વતના દાળ તથા ખીણોમાં જમી જાય છે. દર વર્ષે થતી હિમવૃષ્ટિને પરિણામે તેના ઘણા મોટા દગ બની જાય છે. આમ થતાં સૌથી નીચે આવેલું હિમ દગાઈ નફર થઈ જાય છે, પણ ઉપલા ભાગમાં પોણું રહે છે. પર્વતના દાળ પર પડેલા લીસો બરફ ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમે ધીરે ધીરે નીચલી

ખાલુ સરવા માંડે છે. સરતા બરફની લાંબી જીલ્હાઓ સરતી સરતી બરફ બંધાવા માંડે એટલા ઠંડકના પ્રદેશ સુધી આવી પહોંચે છે, એટલે પછી ત્યાંથી નીચે સરતા અને વધારે ગરમી લાગતાં પીગળવા માંડે છે. જે હદની નીચે બરફ પીગળવા માંડે છે, તથા જેની ઉપર બરફ જામવો માંડે છે, તે હદ હિમ-રેખા (સ્નોલાઇન) કહેવાય છે.

સાધારણ નદીની પેઠે હિમ નદીમાં પણ ખાલુઓ કરતાં વચમાં પ્રવાહનું બળ વિશેષ હોય છે, પણ તેમનો વેગ બહુ ધીરો હોય છે. સાધારણ રીતે ૨૪ કલાકમાં ૨૦ થી ૨૭ ઇંચ જેટલું તેઓ સરે છે. કોઈક ઠેકાણે તે તેટલા જ સમયમાં ૨૪ થી ૬૪ ઇંચ જેટલી પણ સરે છે. હવાના કાર્યથી ખણાઈ ગયેલા પથ્થર તથા ખડકના કકડા, હિમનદીની બંને ખાલુ આવેલી બેખડો પરથી તૂટી તેની ખાલુઓ પર પડે છે, અને તેની જોડે તે પણ નીચે સરતા જાય છે. હિમ નદી પર જોવામાં આવતી પથ્થરોની દાર અશમાવલી (મિરેઈન) કહેવાય છે. આ અશમાવલી હિમનદીની બંને ખાલુઓ પર આવેલી હોય છે. જુદી જુદી દિશાઓમાંથી આવતી હિમનદીઓ મળે છે ત્યાં એકત્ર થયેલી હિમનદી પર બે ખાલુઓ પર અને એક મધ્યમાં એમ ત્રણ અશમાવલી જોવામાં આવે છે. હિમનદીના પટમાં આવેલી અશમાવલીઓની સંખ્યા પરથી તેની ઘટનામાં ભાગ લેતી હિમનદીઓની સંખ્યા જણાય છે. હિમરેખાની નીચે જ્યાં હિમનદીઓ પીગળવા માંડે છે, ત્યાં આ બધી અશમાવલીઓ એક મોટા અર્ધ ચન્દ્રાકાર લગભગના આકારમાં ફેંકાય છે.

આવી હિમનદીઓ નીચે સરતાં તેમની ખાલુએ આવેલી ટેકરીઓની બેખડો તથા તળીઆં પર ધણા જ જોરથી ધસાય છે અને પરિણામે તે ભાગ ધસાઈ લીસા થઈ જાય છે. હિમનદીઓનો વચ્ચેના ભાગ ખાલુઓના ભાગ કરતાં વધારે વેગથી સરે છે તેથી અને વળી તેનું તળાઈ ઊંચું નીચું હોય છે તેથી ધણીવાર તેમાં મોટી દારો પડી જાય છે અને તેમાં થઈને તેની ઉપરની અશમાવલીના પથ્થર નીચે ઉતરી

પડેછે. આ પથ્થર તેમની ઉપર સરતી હિમનદીના હારથી નીચે તળીઆ પર ધણી ભેરથી ધસાયછે. આને પરિણામે નીચેના તળીઆ પર કાપા પડે છે એટલુંજ નહિ પણ તે પથ્થરાઓ ભતે ધસાઇ બાંગી ચુરેચુરા થઇ જાય છે. હિમનદીના તળીઆના પાણીમાં એવો બધો કચરો ધોવાઈ જાય છે અને તેથી તે હિમનદી પીગળવા માંડે છે, ત્યાં પાણી ડહોળું થઇ જાય છે. જો આ હિમનદીઓ કોઈ પર્વતની તળેટી સુધી ઉતરી આવે તો તેનાથી તળેટીની જમીન ખોદાઇ ઉંડા ખાડા પડી જાય છે. હિમાલયની ઉત્તરે આવેલાં ટિબેટનાં ઉચ્ચ ભૂમિ મેદાનોમાં પૂર્વની હિમનદીઓએ જે મોટા ખાડા ખોદી નાંખ્યા છે તેમાં હાલ માન-સરોવર તથા ખીજાં સરોવરોનાં પાણી એકઠાં થએલાં છે. આદ્યસની તળેટીમાં ગાડાં, કામો તથા માછીઓ સરોવરો પણ એ જ રીતે થયાં જણાય છે. હિમનદી પર કોઈ મોટો ખડક પડ્યો હોય તો અશ્મા-વલીની પેઠે તે પણ હિમનદી જોડે નીચે સરે છે, અને જ્યાં તે હિમનદીનું હિમ પીગળી જાય ત્યાં તે જમીન પર રહી જાય છે. આવી રીતે ધણી વાર કોઇ ભેખડની કેાર પર કે કોઈ એકલી અટુલી ટેક-રીની ટોચ પર એવો ખડક ટેકાઇ રહે છે. પહાડોના ઉંચા ભાગ પર ધણીવાર લીસા, ચળકતા ખડક એવી રીતે ટેકાએલા જોવામાં આવે છે, અથવા કોઇ કુંગરની ટોચ પર એવો એકાદો લીસો ખડક અદ્દર ટેકાએલો જોવામાં આવે છે. તે જોઇ તે હાલની અથવા પૂર્વની કોઈ હિમનદીનું આ કામ હશે એમ આપણે કહી શકીએ છીએ. હિમરેખાની નીચેની ખીણના ભાગમાં જો આવાં લક્ષણો જોવામાં આવે તો આપણે એમ અનુમાન કરી શકીએ કે પૂર્વે ત્યાં હિમનદી વહેતી હશે. એવો ભાગ હિમરેખાની ધણે નીચે આવેલો હોય તો ત્યાં હિમનદી હોવી કેમ સંભવે ? વિચાર કરતાં આપણને જણાય છે કે પૂર્વે હાલના કરતાં હવા વધારે ઠંડી હોવી જોઈએ, અને તે જ કારણથી હાલના કરતાં ધણી નીચી સપાટી સુધી તે વખતે હિમનદીઓ ઉતરી હશે.

હિમાલયના જેટલી મોટી હિમ નદીઓ ખીન્ન કેઈ પર્વત પર બાએ જ જોવામાં આવે છે. સાધારણ રીતે હિમાલય પરની હિમ-નદીઓ બે ત્રણ માઇલ લાંબી હોય છે. હિમાલય પરની કેટલીક તો ૨૪ થી ૪૦ માઇલ પણ લાંબી હોય છે. ઉત્તર તથા દક્ષિણ દાળ તરફ સરવી હિમનદીઓ ટુંકી હોય છે, પણ તે દારોની વચ્ચે આવેલી ખીણોમાં, એટલે કે તેની લંબાઈને સમાંતર આવેલી ખીણોમાં, થતી હિમનદીઓ લાંબી હોય છે. વીચહળર શીટથી વધુ ઉંચા ગએલા હિમાલયના મગનચુંબી શ્રેણપ્રદેશો આ હિમનદીઓની જન્મભૂમિ છે. હિન્દુસ્તાન તરફના હિમાલયના ઉભા દાળ પર હિમનદીઓ આદથી તેરહળર શીટ જેટલી નીચે સરી આવે છે. પૂર્વ હિમાલયના પ્રદેશમાં તે તેરહળર શીટથી નીચે બાએ જ ઉતરે છે, પણ કારમીરમાં આવેલા પશ્ચિમ હિમાલયના દાળ પર તે આદહળર શીટ જેટલી નીચાઈએ ઉતરી આવેલી જણાય છે. આનું કારણ એ છે કે કારમીરમાં આવેલો હિમાલયનો ભાગ ઉંચા અક્ષાંશમાં છે, અને નેપાલ, ભૂતાનવાળો હિમાલયનો ભાગ નીચા અક્ષાંશમાં છે. નીચા અક્ષાંશમાં હવા વધારે ગરમ હોવાથી હિમનદી બહુ નીચે ઉતરી શકતી નથી.

પિરપિંબલની ટોચ તથા ઉપલા દાળો પર લીસીવાળા તથા ધસાધ લીસા થઇ ગએલા પથ્થરોના દમ જોવામાં આવે છે, તથા હિમાલયના ખીન્ન ભાગોમાં પણ એવા જ દેખાવ નજરે પડે છે. આ ઉપરથી તથા લોકલેષા ઉપરથી એવું અનુમાન થાય છે કે હિમાલય પરની હિમનદીઓ પર્વતની ટોચ તરફ પાછળને પાછળ હઠતી જાય છે. હાલ જણાતી હિમનદીઓ પહેલાંની હિમનદીઓનાં અતિ ક્ષીણ થએલાં અવશેષ માત્ર છે.

ઉત્તર તથા દક્ષિણ ધ્રુવ આગળના શીત કટિબંધના પ્રદેશમાં ધણા લાંબા સમય સુધી બધી જમીન તથા દરિયાની સપાટી મોટાં વિશાળ હિમ ક્ષેત્રોથી ઢંકાયેલી રહે છે. ઉનાળો આવતાં સમુદ્રના હિષ્ય ભાગ આગળ આવેલા આ હિમ ક્ષેત્રોના છેડા છૂટા પડી તરવા માંડે



છે, અને પછી એ હિમ રાશિઓ સમુદ્રના પ્રવાહની દિશામાં જવા માંડે છે. આ સમય તેમના માર્ગમાં થઇ જતાં વહાણ તથા આગબોટા માટે ઘણો ભયંકર છે, કારણ કે જે ભોગજોએ એમાંનો એક અથડાય તે અમે તેવી મોટી આગબોટને પણ તોડી નાંખે. આવા એક મોટા હિમરાશિની ટક્કરથી અમેરિકાની 'ટિટન' નામની પ્રખ્યાત આગબોટ તોડી કુચી ગઇ હતી.

## પ્રકરણ ૬ કું

### હવા તથા ગરમીનું કાર્ય

પૃથ્વીની સપાટી ઘડનાર બળોમાં હવા પણ એક છે. એ જળ જેવું પ્રબળ કાર્ય કરતી નથી એ વાત ખરી, પરંતુ એનું કાર્ય નિરંતર વગર અટકે આખી પૃથ્વીની સપાટી પર ચાલ્યા જ કરે છે. એના જ કાર્યથી પર્વતના કંઠણ પાપાણુ ખવાઇ જાય છે, અને ખેડાણની ભૂમિ પેદા થાય છે. એની અંદર જે વરાળ છે તે ખડકોમાં યુસાય છે અથવા ખડકો વચ્ચેની ફાટોમાં ઉતરે છે અને ત્યાં દરી જઈ ફૂલે છે તે વખતે મોટા મોટા ખડકોને પણ ચીરી તોડી નાંખે છે.

હવા પૃથ્વીની સપાટી પર (૧) રાસાયનિક તથા (૨) યાંત્રિક રીતે વિકાર પેદા કરે છે. એની અંદરના વિવિધ વાયુઓ ખડકોનાં તત્ત્વો જોડે બળી જઇ તેમની સપાટી ઉપર સહેલથી શુકો થઇ જાય એવી પોપડી બનાવી દે છે. જેવી રીતે હવાથી લોહું કટાઇ જાય છે તેવી રીતે ખડકો પણ વધારે ઓછા ખવાઇ જાય છે.

હવાની ખીજ અસર એ છે કે તેના ધૂંકાવાથી સમુદ્ર કીનારા આગળની રેતી ઉઠી ઉઠી પાછળ ધસડાઇ જાય છે, અને જ્યાં સહેજ પણ અંતરાય નડે છે ત્યાં જમીન જાય છે. આ પ્રમાણે કચ્છના રણમાં તથા થરના રણમાં રેતીના કુંબરો બની જાય છે. આ પ્રમાણે હિંદી રેતી ધણીવાર બહુ લાંબા અંતર સુધી ઉઠી જાય છે. રણ જેવા

પ્રદેશની આસપાસ ઘણા માધલ સુધીની જમીનની માટીમાં રેતી ઘણા સારા પ્રમાણમાં ભળેલી હોય છે. સાંભરના સરોવરની અંદર મીઠાનાં કણુ કયાંથી આવ્યાં, એ પ્રશ્નના જવાબમાં એવું સુચવવામાં આવ્યું છે કે કચ્છના અખાત તરફથી ઉઠી આવતી રેતીની જોડે ઘણા મોટા પ્રમાણમાં મીઠાનાં કણુ આવે છે, અને રેતીમાં સેળભળ થઈ જાય છે. વરસાદના દહાડામાં એ મીઠાનાં કણુ પાણીમાં ઓગળી જાય છે અને ઝરણાં વાટે નીચી ભૂમિમાં ઘસડાઈ જાય છે. ચોમાસામાં તો એ આખા સરોવરમાં સરાસરી ચાર ફીટ ઉંડું પાણી રહે છે, પણ ઉનાળામાં એ બધું પાણી સુકાઈ જાય છે ત્યારે મીઠાના જડા પોપડા તેને તળીએ તથા બાજુઓ પર જમી જાય છે.

ગરમીનું કાર્ય:—હવા પોતે પૃથ્વીના પૃથ પર સીધી અસર કરે છે, તેના કરતાં પૃથ્વી પર ખડતી ગરમી તેની પર ઘણી પ્રબળ અસર કરે છે. બધી વસ્તુઓ ઓછા વધારે પ્રમાણમાં ગરમીથી પુલે છે અને ઠંડકથી સંકોચાય છે. પૃથ્વીના પોપડાના ખડક બધા એક સરખા દ્રવ્યના અનેલા હોતા નથી, તેથી તે બધા પર ગરમી અને ઠંડકની અસર એક સરખી થતી નથી. ખડકોનાં જુદા જુદાં દ્રવ્યો ઓછાં વધારે પુલે છે અને સંકોચાય છે, અને પરિણામે ખડકનાં જુદાં જુદાં રજકણુ એક એકથી છુટાં પડી જાય છે, અને એ રીતે તે ખડક ભાંગી જવાનું વલણ દેખાડે છે. સુકી હવા વાળા પ્રદેશોમાં ગરમીની વિનાશક અસર બહુ સ્પષ્ટ રીતે જોવામાં આવે છે, કારણ કે તેવા પ્રદેશોમાં ગરમી તથા ઠંડકની અસર વધારે મોટા પ્રમાણમાં થાય છે. આવા પ્રદેશોમાં વારા ફરતી ખૂબ ગરમી તથા ઠંડી થવાથી ખડકો ભાંગીને બૂકો થઈ જાય છે, અને એ રીતે તેવા પ્રદેશોમાં રેતીનાં રણ બની જાય છે. પૃથ્વી પર આવતી ગરમીમાં ઝટુ ઝટુસાર ફેરફાર થાય છે એટલું જ નહિ, પણ દિવસ દરમિયાન પણ તેમાં ગરમીના મોટા ફેરફાર થાય છે.

પર્વતના ઉંચા શ્રેણ પ્રદેશમાં ઉભા રહેતાં લાંબી નિઃશ્વદ લગ્નતા

માણસને ગભરાવી-અકળાવી નાંખે એવી હોય છે. એવા પ્રદેશમાં ધાસ સિવાય કાંઈ વનસ્પતિ હોતી નથી કે જેનાં પાંદડાના ખડખડાટથી ત્યાંની શાંતિનો ભંગ થાય. ત્યાં કચરવ કરતાં પખીઓના સ્વર સાંભળવાનો આનંદદાયી અનુભવ થવાનો સંભવજ નથી. તે પ્રદેશમાં પાણીનાં ઝરણાંનો મીઠો ખડખડાટ પણ સાંભળવાનો પ્રસંગ આવતો નથી; કારણ કે ત્યાંની અત્યંત ટાઢ વેગથી વહેતા પાણીને ધન કરી ચંભાવી દે છે. કોઇકવાર નીચેથી ઉંચે વાતો પવન તળેટીમાં નાચતાં કુદતાં ઝરણાના મીઠા ખ્વનિને ઉપર લાવે છે. પર્વતના શિખરના આવા એકાંત પ્રદેશને ચોગીઓ પસંદ કરે તેમાં શી નવાઇ? આવા પ્રદેશમાં ઉભા રહી કાન માંડી સાંભળતાં ધણી વાર ગળ્હડી પડતા પથ્થરના કડાકા સંભળાય છે. થોડી થોડી વારે પર્વતનાં ઝૂંગો તથા ધારો પરથી મોટા મોટા કડાકા કડાકા ધડાકા સાથે નીચે ખીણમાં ગળ્હડી પડે છે. એ કડાકાઓ એમ કેમ ગળ્હડી પડતા હશે તે આખતનો વિચાર કરતાં જણાય છે કે એ પ્રદેશમાં નિત્ય થતા ગરમી-ઠંડકના ફેરફારોની અસરથી ખડકો તુટી-ભાંગી જાય છે.

### સજીવ દેહીઓનું કાર્ય

‘સજીવ દેહીઓ’ એ શબ્દમાં જીવતા દેહધારી માત્રનો સમાવેશ થાય છે. પ્રાણી તથા વનસ્પતિ બંને સજીવ છે. તેથી સજીવ દેહીઓમાં એ બંનેનો સમાવેશ થાય છે. પૃથ્વીનું મુખપૃષ્ઠ ધડવામાં પ્રાણી તથા વનસ્પતિ બંને જાગ જીવે ભાગ લે છે. વનસ્પતિથી ઢંકાયેલા ભાગ પર કુદરતી બળો ખુલ્લા ભાગ જેટલું કાર્ય કરી શકતા નથી, કારણ કે તેમનાં મૂળથી બંધાયેલાં શ્રુમિનાં રજકણ સહેલાઈથી ધોવાઇ જતાં નથી. એટલુંજ નહિ, પરંતુ ઉગતી અને મરી જતી વનસ્પતિથી જમીનમાં પ્રતિ વર્ષ નવાં તત્ત્વોનો ઉમેરો થાય છે. દર વર્ષે ઝાડ-પરથી ખરી પડતાં સૂકાં પાંદડાં, તેમજ મરી ગયેલા છોડાંનાં મૂળ અને ડાળાં જમીનપર પડી સડે છે અને તેમનાં તત્ત્વ માટીમાં મળી જાય છે.

**વનસ્પતિનું કાર્ય:**—સમુદ્ર કિનારા આગળ અથવા રણપ્રદેશમાં ઉગતાં કેટલીક જાતનાં ઘાસ તથા ઝાડ ત્યાંની રેતીનાં કણને બાંધી રાખે છે અને ઉઠી જતાં અટકાવે છે. વર્ષો જતાં એ રેતીમાં માટી તથા મરી ગયેલી વનસ્પતિનાં અંગ લાગે છે તેથી ત્યાં કંઈક અંશે રસાળ જમીન થાય છે. આવી રીતે એવા પ્રદેશોની જમીન ઉત્તરોત્તર સુધરતી જાય છે. નદીમાં ઘસડાઇ આવેલો કાંપ, તેના મુખ આગળ ઉગતી વનસ્પતિથી બંધાય છે અને ત્યાં નક્કર જમીન બને છે. તળાવો તથા પંક-પ્રદેશોની માટીમાં પાણીમાં ઉગતી લીલ-સંવાળો એટલા મોટા પ્રમાણમાં લાગેલી હોય છે કે ઘણા શીટના જાડા વનસ્પતિ મિશ્ર માટીના થરો એવે સ્થળે જોવામાં આવે છે. આવી માટીનો આયર્લેન્ડમાં બળતણ તરીકે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

હવા ન લાગે એવી રીતે કોઇ વનસ્પતિ અથવા વનસ્પતિનો કોઇ ભાગ બીની જગ્યામાં દટાઇ જાય, તો એવા સંજોગોમાં એકો સડો થઇ તેનો કાયમો બને છે. આપણી પૃથ્વી પર કાયલાની મોટી મોટી ખાણો જુદે જુદે સ્થળે નીકળે છે, તે બધીનો કાયમો આ રીતે બનેલો છે. મોટાં જંગલમાંથી વહેતી નદીઓનાં પૂર તે જંગલનાં ઝાડ અથવા પડેલા ઝાડના ભાગને ખેંચી લઈ જાય છે, અને ઘણીવાર નદીના મુખ આગળના પહોળા ભાગમાં પાણીનો વેગ ઘટનાં તે બધાં તળાવો એસે છે અને ઘસડાઇ આવેલા કાંપમાં દટાઈ જાય છે. આ પ્રમાણે દટાયેલી વનસ્પતિમાંથી કાયમો બને છે. ઘણીવાર એમ બને છે કે નદીના મુખ આગળનો પ્રદેશ ધીરે ધીરે નીચો દબાતો જાય છે અને તેવે વખતે તે પ્રદેશમાં ઉગતાં જંગલ ધીરે ધીરે ત્યાં ઘસડાઇ આવતા કાંપમાં દટાઈ જાય છે. ઘણે વર્ષો આ પ્રમાણે આખું જંગલ દટાઈ જાય અને તેની વનસ્પતિ બધી કાયમો થઇ જાય. જૂનું જંગલ આમ નીચું બેસતું જતું હોય તે અરસામાં તેના ઉચ્ચ ભાગોમાં નવું જંગલ ઉગે અને તે પણ એવીજ રીતે પાછું જમીનમાં દબાઇ જાય. ઘણે વર્ષો નીચે દબાતો જમીનનો

ભાગ પાછો ઉપસવા માંડે ત્યારે પૂર્વ કાળમાં બનેલાં કાચલાનાં ક્ષેત્રે પાણીની સપાટી બહાર નીકળી આવે.

નદીનાં મુખ આગળના પ્રદેશોમાં, તળાવોમાં તથા નીચા પંક પ્રદેશોમાં ઉગતી વનસ્પતિમાંથી કાચલાના થર બને છે એટલું જ નહિ, પણ તેવા પ્રદેશોમાં જળને તળિયે ચક્રમક્રિયા પથ્થરના થર બાંધી જાય છે. નદી આંખે દેખાય નહિ એવાં ત્રીણાં અસંખ્ય જંતુઓનાં બોખાંથી એ થર બને છે તે જાણી આપણને આશ્ચર્ય લાગ્યા વગર રહેતું નથી. આ જંતુઓ ‘ડાયટોમ’ કહેવાય છે. તેમનાં શરીરની આસપાસ ચક્રમક્રિયા પથ્થરનું બોખું હોય છે. આ પ્રાણીઓ મરી જાય છે, ત્યારે તેમનાં શરીરનાં બોખાં જળાશયને તળિયે દૂર છે. ઘણાં વર્ષ આ ક્રિયા ચાલુ રહેતાં આખરે તળિયા પર ચક્રમક્ર પથ્થરના મોટા થર રચાય છે. સમુદ્ર કિનારાથી દૂર આવેલા ઉંડા પાણીના ભાગમાં પણ આ જંતુ ચક્રમક્રિયા પથ્થરનાં મોટાં થર બનાવે છે.

**પ્રાણીનું કાર્ય:—**‘ડાયટોમ’ પેઠે ઘણાં પ્રાણીઓ પણ પોતાના શરીરનું રક્ષણ કરતાં કવચો વડે જળાશયોના તળિયાં પર મોટા થર રચે છે. આ થરની રચનામાં મોટાં પ્રાણી કરતાં ત્રીણાં નદી આંખે ન દેખી શકાય એવાં સૂક્ષ્મ જંતુઓ મુખ્યત્વે ભાગ લે છે એ જાણી ખરેખરી નવાઇ લાગે છે. નદીઓનાં મુખ આગળ કે તળાવમાં કે પંક પ્રદેશમાં ઘણાં પ્રાણીઓનાં હાડપિંજર ઘસડાઈ આવી દટાઇ જાય છે એ વાત ખરી, પણ તેવાંથી કોઈ કોઈ ખાસ થર બનતો નથી; પરંતુ છીપાણી વાળાં જંતુઓની છીપાણીઓ તથા હિદ્રાળુ બોખાં વાળાં સૂક્ષ્મ જંતુઓ અને પરવાળાનાં જંતુઓનાં બોખાંથી મોટા થર થાય છે.

ટાળા બંધ રહેતી કાલુ માંછલી તેમજ બીજાં છીપાણી જંતુઓ મરી જાય છે, ત્યારે તેમની છીપાણીઓ નદીના મુખ આગળના કાંપમાં દટાય છે. આમ ઘણાં વર્ષ થયા કરે છે એટલે આખરે ત્યાં

છીપાછીના ચુનાનો થર થાય છે. વખત જતાં ઉપરનાં પાણી તથા માટીના ભારથી તે ચુનાનો થર જમી નક્કર થઈ જાય છે. દરિયાના ઉંડા ભાગમાં ‘એપીજરાઇના’ નામનાં સૂક્ષ્મ જંતુ હોય છે. તેમના શરીરની આસપાસ ઝીણાં છિદ્ર વાળાં સફેદ ખડી જેવા પદાર્થનાં કવચ હોય છે. આ જંતુઓ સમુદ્રમાં બહુ મોટી સંખ્યામાં હોય છે. આ જંતુઓ મરી જાય છે, ત્યારે તેમનાં ખોખાં દરિયાને તળિયે દૂર છે. અનંત યુગોથી આ પ્રભાણે થતું આવતું હોવાથી, તે સમુદ્રોનાં તળિયા પર પોચી, ચીકણી અને રાખોડીઆ રંગની માટીનો મોટો થર બાઝી જાય છે. આ માટી સુકાય છે ત્યારે ખડીના બૂકા જેવી જણાય છે. સૂક્ષ્મ દર્શક યંત્ર નીચે તપાસતાં એ માટી ઉપર વર્ણવેલાં છિદ્રાણુ ખોખાંવાળાં જંતુઓનાં ખોખાંની બનેલી જણાય છે. આના જેવાંજ બીજા જાતના જંતુઓનાં ખોખાંમાંથી ખડી કે ચાક બને છે. એક એકને આડે એમ એક હબર આવાં જંતુઓ ગોઠવીએ તો તે ભાએજ એક ચોરસ ઈંચ કરતાં વધારે જગા રોકે! એ જંતુઓનું કદ કેટલું નાનું હશે તેનો આ ઉપરથી આપણને ખ્યાલ આવે છે. મધ્ય દરિયાના ઉંડામાં ઉંડા ભાગમાં કાંધ રતાશ પડતી રાખોડિયા રંગની માટી હોય છે. આ માટીની ઉત્પત્તિનો કાંધ એકખો ખુલાસો હજી મળ્યો નથી, પરંતુ છિદ્રાણુ ખોખાંની બનેલી માટી તથા જવાળામુખીઓની ખાખના મિશ્રણની તે બનેલી હોવી જોઈએ.

**પરવાળાનાં જંતુ:**—પરવાળાનાં બેટ પ્રાણીઓની કૃતિના બહુ અદ્ભુત નમૂના છે. પરવાળાનો એકાદો ટુકડો લઘુ તપાસતાં જણાય છે કે તેનો આકાર ડાળાં ડાળી વાળા છોડ જેવો હોય છે અને તેની પર અસંખ્ય ઝીણાં ઝીણાં કાણાં હોય છે. જીવતાં પરવાળામાં આ દરેક કાણામાં એક એક જંતુ હોય છે. જ્યારે એ જંતુ મરી જાય છે ત્યારે તેનું બહારનું ખોખું માત્ર રહી જાય છે. પરવાળાના બેટના બધા ભાગમાં જીવતાં જંતુ હોતાં નથી. મોટી

ભરતી વખતે ઢંકાય એ મર્યાદાથી માંડી ૧૦૦ કે ૧૨૦ શીટ જેટલી નીચાઈ સુધીના પ્રદેશમાંજ જીવતાં જંતુ જોવામાં આવે છે. આ મર્યાદામાં તેઓ ઘણી આબાદ હાલતમાં રહી જોસથી વધી શકે છે. દરિયાનાં પાણીમાંથી ચુનાના કાર્બોનેટનાં કણ જૂદાં પાણીની તેમનામાં શક્તિ હોય છે. એ કણ વડે તેઓ પોતાનાં ખોખાં બનાવે છે. આ હકીકત ધ્યાનમાં લેતાં પરવાળાના એક મોટા બેટની બનાવટમાં કેટલાં બેશુમાર જંતુઓએ ભાગ લીધો હશે તે ખ્યાલ આવતાં આપણે આશ્ચર્યમાં ગરક થઈ જઈએ છીએ.

સામાન્ય રીતે આ જંતુઓ કોઈ ખંડ કે બેટના કિનારા પાસેના સમુદ્રના નળિયા પર પોતાનું કાર્ય શરૂ કરે છે. ઉપર વધતાં વધતાં તેઓ મોટા જીવાળની મર્યાદા સુધી આવી પહોંચે છે. આ વખતે ખંડના કિનારા આગળ લાંબી જાલરના આકારમાં અને ટાપુઓની આસપાસ ફરતી જાલરના આકારમાં તેઓ ઉગે છે. આવી રીતે ઉગતાં પરવાળાં તે ખંડ કે ટાપુની આડસપ બની જાય છે. સમુદ્રનાં મોજાં તેઓ ખાળે છે, તેથી તેમની પાછળના દરિયાનો ભાગ સાંત સરોવર જેવો થઈ ગયેલો જણાય છે. હવા તથા પાણીની અસરથી ખવાઈ ગયેલી પરવાળાંના બેટની ઉપલી સપાટી તથા ખેંચાઈ આવેલો કચરો તેમજ ખીજ પ્રાણીનાં અવશેષ વગેરે મળી થતી ભૂમિમાં કોઈ કોઈ વનસ્પતિ ઉગી નીકળે છે.

આ પરવાળાના બેટ કેટલીક વાર કોઈ ખંડ કે બેટની જાલરના આકારમાં હોય છે, તો કોઈક વાર તેમની અને કિનારાની જમીનની વચ્ચે દરિયાનું પાણી સાંત તળાવના આકારમાં આવી ગયેલું હોય છે. કોઈક વાર આવા બેટ ગોળ જાલર જેવા આકારના હોય છે, અને તે જાલરની વચ્ચેમાં સમુદ્રનો ભાગ આવી ગયેલો હોય છે.

આવા જુદી જુદી જાતના પરવાળાના બેટ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થયા હશે એ કુતૂહલ કરે એવો પ્રશ્ન છે. ચાર્લ્સ ડાર્વિન નામના

વિદ્યાનની એવી ધારણા છે કે જો પૃથ્વીની સપાટી સ્થિર રહે અને દરિયો ઊછરે હોય તો, પરવાળાનાં બેટ પ્રથમ મોટા જીવાળની મર્યાદા સુધી આવી પહોંચે અને પછી કિનારાથી દૂરની બાજુએ વધવા માંડે; પરંતુ જો સમુદ્રનું તળિયું ધીરે ધીરે ઘસાવા માંડે તો તે જોટલું ઘસાય તેટલો ભાગ પરવાળાનાં જંતુ બનાવી લે અને બેટના મથાળાને મોટા જીવાળની મર્યાદા સુધી પહોંચતો રાખે. બેટનો દરિયા સરતો આવેલો ભાગ જોટલો વધે તેટલો તેની અંદર આવેલો ભાગ વધે નહિ એટલે બેટ બહારથી અંદર ઢળતો રહે અને પરિણામે તેની ઉપર પાણી ફરી વળે. ધીરે ધીરે બેટની જમીન અને પરવાળાની કોર વચ્ચેનું અંતર વધી જાય છે અને તેથી ત્યાં સરો- વર જેવો ભાગ બની જાય છે. આખરે બેટની જમીન પુરે- પુરી ખેસી જાય છે ત્યારે પરવાળાનો બેટ ગોળ ઝાલર જેવો થઈ જાય છે અને તેની મધ્યમાં આરા પાણીનું સરોવર રચાય જાય છે.

ડાવનની આ સમજૂતિ બધા પરવાળાના બેટને લાગુ પડતી નથી એમ ડૉ. મુરેએ બતાવ્યું છે. આરા પાણીનાં તળાવોની આસપાસ આવેલી પરવાળાના બેટની ગોળ ઝાલર કાંઈ હમેશાં જમીનના નીચા ઘસાવાથી થતી નથી. ઝાલરની કડીના અંદરના ભાગમાં રૂંધાઈ રહેતા સમુદ્રના પાણીમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડનું પ્રમાણ વધારે હોય તો તેનાથી પરવાળાના ચુના-પથ્થર ઓગળી જાય છે અને એ રીતે કડીની અંદર પાણીનો વિસ્તાર વધે છે. પરવાળાં બંધાતા પહેલાં તે સ્થળ આગળની જમીન સમુદ્રના કાર્યથી ધોવાઈ નીચી અને સપાટ થઈ ગઈ હોય તો પણ આવું પરિણામ નીપજી શકે, કારણ કે એવે પ્રસંગે આખા ટાપુ પર પાણી ફરી વળે છે, અને ત્યારબાદ તેને ફરતી પરવાળા બેટની ઝાલર રચાય છે.

### રાસાયણિક કાર્ય

ઉપર વર્ણવેલાં કુદરતી બળો ઉપરાંત પૃથ્વીના શિલામય પોપડામાં થતાં રાસાયણિક કાર્યથી પણ અડકોમાં બધા ફેરફાર થાય



છે. પૃથ્વીના શિલામય પોપડામાં રાસાયનિક વિકારો થાય છે અને તેને પરિણામે કેટલાક થર ધટ અને નક્કર બને છે તો કેટલાક પોચા પડી ઓગળી પથ્થુ બન્ય છે. ઘણી વાર જુદાં જુદાં દ્રવ્યોના મળવાથી બડકના થરોની અંદર નવાં દ્રવ્યો પથ્થુ થાય છે. નદી વાટે ધસડાઇ આવી સમુદ્રના તળિયા પર પથરાયેલાં રેતીનાં કણ વચ્ચે ચુનાતું દ્રવ્ય ઠરવાથી તેઓ એક મેક મેકે દૃઢ રીતે જોડાઇ જાય છે. આમ જુદાં જુદાં કણોને જોડી એકબ કરવાનું કામ ચુના ઉપરાંત રેતીનું દ્રવ્ય ( સિલિકા ) તથા લોહરસ પથ્થુ કરે છે. આપણે આગળ જોયું છે કે ઝરાઓનાં પાણી તેમનાં પાત્ર પર ઘણી પ્રબળ રાસાયનિક અસર કરે છે, અને પરિણામે તેમનાં પાણીમાં વિવિધ દ્રવ્યો ઓગળેલાં હોય છે. ઝરા વહે છે તે વખતે સૂર્યની ગરમીથી તેનું પાણી ઊંડી જાય છે અને પરિણામે તેની અંદરનું દ્રવ્ય તેના પાત્ર તથા કિનારા પર નક્કર થર રૂપે જામી જાય છે. જમીનમાંથી નીકળતાં ડામર જેવા રસ તથા ધાસતેલ અને નાપ્યા તેલના ઝરા પથ્થુ રાસાયનિક પેદાશજ ગણી શકાય.

## મકરણ ૬ હું.

### ભૂગર્ભમાં કાર્ય કરતાં બળ.

પૃથ્વીની સપાટી પર નિરંતર કાર્ય કરી, તેને ધસી નાંખનાર કે તેની પર ધોવાણનું કાર્ય કરનાર વાયુ, જળ તથા પ્રાણી-વનસ્પતિનાં કાર્ય તો આપણે જોયાં. એ બળો પૃથ્વીના ઉચ્ચ ભાગોને ધસી નાંખે છે, અને તેમ કરતાં પડેલા છોલને ઉત્તરોત્તર નીચેને નીચે ધસડી જઈ આખરે દરિયાના કે સરોવરના તળિયા પર પાથરે છે. ડુંકામાં એ બળો ઉંચા પ્રદેશોને નીચા કરે છે, અને પૃથ્વીની ઉપરના નીચા પોલા ભાગોને પુરે છે. એ બળોની આખર અસર

આખી પૃથ્વીની સપાટી એક સરખી અથવા સમતલ કરવાની છે. જ્યારે આ બળો આવું કામ કરી રહ્યાં છે ત્યારે પૃથ્વીના મહાંતી અંદરનાં બીજાં કેટલાંક બળ એથી વિરુદ્ધ કાર્ય કરી રહ્યાં છે. તે બળો પૃથ્વી ઉપર નવા નવા ભાગો ઉપસાડ્યે જાય છે, અને તેને પરિણામે કેટલાંક ભાગ નીચા ખેસના જાય છે. એ બળોથી સમુદ્રના પાણીમાં ડૂબેલા, અને અનંત યુગોથી અંધારેલા થરો પાણીની બહાર ઉપસી આવે છે, અને પૃથ્વીની સપાટી પરના ધસાધ ગયેલા ઉચ્ચ પ્રદેશોનું સ્થાન લેછે. જમનચુંબી શિખરોવાળા ગિરિઓ, તથા તેમના સીધા અને ઊંચા ઢાળવાળાં, અથવા ક્રમે ક્રમે ઢળતાં વન-રાજીથી ઢંકાયેલાં પહાડાં, તથા બે બાજુએ આવેલી ઉંચી ધારોની વચ્ચે સુતેલી અને વિવિધ વનવૃક્ષોથી વિરાજ રહેલી, મનહર શૈલ ખીણોનાં સુન્દર દરયો; તેમજ ઓછી ઉંચાઇવાળી ટેકરીઓથી ઘેરાતા ભૂમિપ્રદેશ-આવાં બધાં દરયો ભૂમહાંતી અંદર કાર્ય કરતાં આ બળ તે જવાળામુખી બળ, ધરતીકંપ અને પૃથ્વીના પોપડામાં થતી ધીરી તરંગ ગતિ છે. જવાળામુખી બળથી પૃથ્વીની અંદરથી વરાળનાં વાદળાં, રાખોટી તથા પીગળેલાં પત્થરનાં પૂર ચોમેર ફેંકાય છે. ધરતી કંપ પૃથ્વીના વિશાળ પ્રદેશોને કંપાવી નાખે છે. પૃથ્વીનાં પોપડામાં થતી હિલચાલ બહુ ધીરી છે અને યુગોને અંતે તેની અસર જણાય છે. પૃથ્વીના પોપડામાં એથી નાની મોટી કરચલીઓ પડી જાય છે. આ ક્રિયા દરમિયાન પડેલી મોટી કરચલીઓના ખંડ બને છે અને તે કરચલીઓ વચ્ચેના નીચા ભાગમાં પાણી ભરાવાથી સમુદ્રો થાય છે. સૂકી જમીન પર એજ બળથી થતી કરચલીઓને પરિણામે પર્વતની હારો પેદા થાય છે. હવે આપણને બરાબર સમજાય છે કે પૃથ્વીની સપાટી પર કાર્ય કરતાં બળ પૃથ્વીની આસપાસ આવી રહેલા વાતાવરણમાં રહે છે, અને તેમની અસર મુખ્યત્વે વિનાશક છે. તે આખી પૃથ્વીને સમ-

નહ કરવા મથે છે. પૃથ્વીની સપાટી પરથી ખોદી કાઢેલાં દ્રવ્યો ધસડાઇ સમુદ્રના તળિયા પર પથરાય છે. ખીન્ન બળ પૃથ્વીના ગર્ભની અંદર રહેલાં છે અને તેમનું કાર્ય જમીનને ઉપસાવી, જમીનની સપાટી પર દર્યોની વિવિધતા લાવવાનું છે. આ બંને બળોના એક સાથે થતાં કાર્યથી પૃથ્વી વસાયતને લાયક રહી શકી છે. પૃથ્વીની ઘટનામાં તથા તેને ટકાવી રાખવામાં એ બંને બળો સરખાં જરૂરી છે.

પૃથ્વી ગોળ છે તે તો આપણે આગળ જોઈ ગયા. તે પોતાની ધ્રુવી પર ચોવીસ કલાકમાં એક આટો ફરી રહે છે તથા એક વર્ષમાં સૂર્યની પ્રદક્ષિણા ફરી રહે છે, એ પણ આપણે જોયું. હવે એનો અંદરનો લાગ એટલે કે એનું પેદુ કેવું છે તે આપણે જોઈએ.

**પૃથ્વીની અંદરની ગરમી:**—પૃથ્વી ગોળ છે પણ તે દડા જેવી બધી બાજુ સરખી ગોળ નથી. બારીક રીતે તપાસ કરતાં જણાય છે કે તે ઉત્તર તથા દક્ષિણ ધ્રુવો આગળ કંઈક ચપટી તથા વિષુવવૃત્ત આગળ પુલેલી છે. ટુંકામાં તેનો આકાર નારંગી જેવો અથવા માટલા જેવો છે. આ ઉપરથી પ્રશ્ન થાય છે કે પૃથ્વીનો આકાર આવો કેમ ? નરમ ગોળ કેમ નહિ ? એતો સામાન્ય અવલોકનની વાત છે કે કુંભારના ચાક ઉપર ચૂકેલો માટીનો પિંડો આવોજ-માટલા જેવો આકાર લેછે. તો શું પૃથ્વીનો પદાર્થ માટી જેવો નરમ અને પોચો છે ? હાલમાં તો તે પોચો હોય એમ જણાતું નથી, પછી જૂતકાળમાં હોય તો ધસર જાય. મણિત શાસ્ત્રીઓએ આ બાબત બહુ ગણતરી કરી સિદ્ધ કર્યું છે કે પૃથ્વી જેવો મોટો ગોળો જે પોચો હોય અને હાલ ફરે છે તેમ જોરથી ગોળ ગોળ ફરતો હોય તો તે ઉપલે તથા નીચલે છેડે હાલમાં છે તેવો અને તેટલો ચપટો થાય. આ ઉપરથી એવો તર્ક કરવામાં આવે છે કે આપણી પૃથ્વી પહેલાં હાલના કરતાં વધારે નરમ હતી, અને ગરમીને લીધે પોચી હતી. જેમ જેમ તેમાંથી ગરમી નીક-

ળતી ગઈ તેમ તેમ તેની સપાટી ઠંડી ગઈ ગઈ, અને જેમ દૂધ પર મલાઈના પુડા બાઝે છે તેમ તેની પર કંઠણ અને ઠંડા પોપડા બંધાતો ગયો. ઠંડા મલાઈના પુડા નીચે ગરમ દૂધ હોય છે તેમ તેનો અંદરનો ભાગ હજી પુષ્કળ ગરમ છે.

‘પૃથ્વીનો અંદરનો ભાગ ગરમ છે એ સાબીત કરવું ઘણું સહેલું’ છે. પૃથ્વી ઉપર ઠામ ઠામ જ્વાળામુખી કાર્ય થતું જોવામાં આવે છે, અને જ્વાળામુખીના મુખમાંથી પીગળેલા ખડકોનો રસ, રાખોટી તથા વરાળના ગોટે ગોટ નીકળે છે. એ બધી ગરમી આવી ક્યાંથી ? દેખીતી રીતે પૃથ્વીના પેટામાં રહેલી ગરમીનું જ એ પરિણામ છે. જોના પાણીના ગરા પથ્થુ એજ વાતની સાબ પુરે છે. પૃથ્વીની સપાટી નીચે થોડા વાર સુધીની ભોંય ઋતુના ફેરફારને અનુસરે છે, પણ તેની નીચેના ભાગમાં ઋતુના ફેરફારની અસર પહોંચતી નથી. એ ભાગ ખોદી જેમ જેમ આપણે ઉંડા ઉતરતા જઈએ છીએ તેમ તેમ સરાસરી સાંઠ શીટ એક અંશ ફેરનહીટ જેટલી ગરમી વધે છે. ખાણ તથા કુવા ખોદનારનો તેમજ સાચડાના કુવા કોચનારનો આવોજ અનુભવ છે. પૃથ્વીના પેટામાં ગરમી છે તથા પૃથ્વીના ઝોળાની ગરમી બહાર નીકળી જવાથી તેની સપાટી ઠંડી પડી જઈ તેની ઉપર પોપડા બંધાયો છે એ વાત હવે આપણા ખ્યાનમાં ઉતરે છે. જૂતકાળમાં અનંત યુગો પૂર્વે પૃથ્વી ઢીલી અને ગરમ હતી એ વાત પણ મને ઉતરે છે.

હવે પ્રશ્ન એ છે કે જો ઉપર કહ્યું તેમ દર સાંઠ શીટ પૃથ્વીની ગરમી એક અંશ જેટલી વધે જાય તો ૫૦ માઇલ ઉંડાણે તો એટલી બધી ગરમી હોય કે તેમાં દુનિયા પરની કોઈ પણ વસ્તુ નક્કર સ્થિતિમાં રહી શકે નહિ. આ ઉપરથી ત્રણ તર્ક ઉત્પન્ન થાય છે.

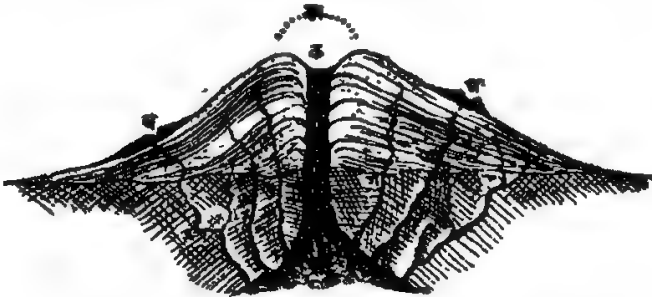
(૧) આમ હોય તો તો આપણે એમ માનવું પડે કે પૃથ્વીનો ઘણો ખરો ભાગ ગરમ અને દ્રવ રૂપે છે, તથા તે એક પાતળા

પોપડાથી ઢંકાયેલો છે; પણ (૨) જે આમ હોય તો સૂર્ય અને ચંદ્રના આકર્ષણથી પૃથ્વીના દ્રવ રૂપ ભાગમાં જે ભરતીઓનાં મોજાં થાય તેની અસર તે પાતળા પોપડા ઉપર થયા વગર રહે નહિ, અને તેમાં પણ તેવાં મોજાં થાય; પણ પૃથ્વીના બહારના પોપડા પર અંદરના મોજાંની કંઈ અસર થતી દેખાતી નથી તેથી એમ માનવું પડે છે કે તે સારી પેઠે જડો હશે. ગ્રા. હોપકિન્સની ગણતરી પ્રમાણે તો તે ૮૦૦ થી ૧૦૦૦ માઈલ જડો હોવો જોઈએ. (૩) લોડ કેલ્વિનનો એવો મત છે કે પૃથ્વીનો પોપડો ૨૦૦૦ કે ૨૫૦૦ માઈલ જડો હશે અથવા તો કોઈક કોઈક ભાગ સિવાય આખી પૃથ્વી નક્કરજ હોવી જોઈએ. આ બે એક એકથી વિરુદ્ધ વાતો કેમ સંભવે ? પણ આની સમજૂતિ સહેલી છે. ગરમીથી વસ્તુઓ પીગળે એ વાત ખરી પરંતુ જે તે વસ્તુ પર ખૂબ દબાણ હોય તો દબાણ વગર જેટલી ગરમીએ તે પીગળે તેટલી ગરમીએ તે દબાણ નીચે પીગળે નહિ; એટલે લોડ કેલ્વિનની માન્યતા અસંભવ છે એમ માનવા કારણ નથી. એ બધું ગમે તેમ હોય તથા પૃથ્વીનો અંતર્ભાગ ગમે તેવો હોય પણ એટલી તો વાત નક્કીજ છે કે પહેલાં પૃથ્વી હાલના કરતાં વધારે ગરમ અને પોચી હતી અને ત્યાર બાદ ગરમી બહાર નીકળી જવાથી તે ધીરે ધીરે ઠંડી પડતી ગઈ છે અને હજી ઠંડી પડતી જાય છે. જેમ જેમ પૃથ્વી ઠંડી પડતી જાય છે તેમ તેમ તેની ઉપર નક્કર પોપડો બંધાતો જાય છે, અને ઠંડી પડવાથી જેમ જેમ પૃથ્વી સંકોચાય છે તેમ તેમ તેની ઉપરનો પોપડો નીચો દબાય છે તથા તેમાં કચ્ચલીઓ પડે છે. આ કચ્ચલી પડવાની ક્રિયાથી સૂકી જમીન તથા સમુદ્રો અને પર્વતની હારો પેદા થાય છે. પ્રત્યેક રચાનની જેવી રચના તે પ્રમાણે ત્યાં ખાસ અસર થાય છે. કેટલેક ઠેકાણે એ હીલચાલ બહુજ ધીરી તથા બેમાલુમ હોય છે, તો કેટલીક જગ્યાએ તે પ્રચંડ ધરતીકંપ રૂપે દેખાવ દષ્ટ વિશાળ પ્રદેશને પલકમાં ઉગાડી નાંખે છે. આવી હીલચાલો દર-

મિયાન પોપડાના કોઈ પાતળા ભાગમાં ચીરા પડી તે વાટે પૃથ્વીની અંદરનો પીગળેલો રસ તથા વરાળ બળ કરી બહાર ઉભરાઈ ફેંકાય છે. આ અસર તે જ્વાળામુખી કાર્ય. ભૂગર્ભમાં રહી કાર્ય કરતાં વિવિધ બળોનું આપણે હવે વિસ્તારથી વિવેચન કરીશું.

### જ્વાળામુખી પર્વત એટલે શું ?

જ્વાળામુખી કાર્ય—ધણાનું એવું માનવું છે કે કોઈ પર્વતના અંદરના ભાગમાં અત્યંત ગરમી પેદા થાય છે, ત્યારે તે ફાટે છે, અને તેમાંથી વરાળ, તથા ધગધગતો પીગળેલા પથ્થરોનો રસ વહેવા માંડે છે. આ માન્યતા ભૂલ ભરેલી છે. કોઈ જુનો પહાડ ફાટવાથી નહિ, પણ જ્વાળામુખી કાર્યને પરિણામે નવો પર્વત બને છે. પ્રથમ



આકૃતિ ૬—જ્વાળામુખીની ધરના દેખાડતું એક ચિત્ર જ, મુખ; ક, નળી; જ, જ બાજુની ફાટે; જ, જ અગ્નિશીલનાં બચ્ચાં.

અમુકજગ્યાએ જમીનમાં ફાટ અથવા ચીરા પડે છે, અને પછી તેમાંથી ઘડાકા ઘડાકા સાથે વરાળના ગોટગોટ નીકળી ચોમેર છવાઈ જાય છે. પછી અંદરથી પથ્થરના ટુકડા, રાખોડી, ધૂળ વગેરે ધણા જોરથી ઉઠી પડે છે. વચ્ચે વચ્ચે તેમાંથી ઉભરાતા પથ્થરના રસમાંથી નાના મોટા ગોળાઓ પણ ચોમેર જોડે છે. આ પ્રમાણે કંઈ હરહંમેશ થયાં કરતું નથી. તોફાન પ્રસંગે જમીનમાંથી નીકળેલો રસ પેલી મૂળ ફાટની આસપાસ જમી

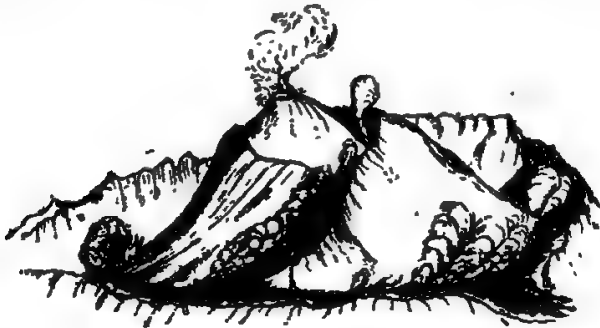
નય છે. અને તેથી એ ભાગ આસપાસની જમીન કરતાં ઉંચો થાય છે. જેટલી વાર આમ જ્વાળામુખીનું તોફાન થાય છે તેટલીવાર મૂળ ડુંગરીમાં કંઈને કંઈ જિરેરા થાય છે. આમ થતાં થતાં આખરે ત્યાં મોટા પહાડ બની જાય છે. આવી રીતે બનેલો પહાડ અગ્નિ શૈલ (જ્વાળામુખી પર્વત) કહેવાય છે. આવા પહાડની ટોચ આગળ હંમેશાં ગરજી આકારનો ખાડો હોય છે. તે અગ્નિશૈલનું મુખ કહેવાય છે. એ ભાગ એક લાંબી નળીથી મૂળ ફાટની નેડે નેડા-એસો હોય છે.

**જ્વાળામુખીનાં આકાર તથા કદ:—**અગ્નિશૈલો સામાન્ય રીતે થંકુ આકારના હોય છે. કેટલીકવાર મૂળ મુખના પુરાઈ જવાથી, અથવા પર્યતનું કદ ઘણું વધી જવાથી પથ્થોના પેટામાંથી ઉભરાઈ આવતો રસ ટોચ સુધી પહોંચી શકતો નથી. આવે વખતે ઘણીવાર મૂળ જ્વાળામુખી પહાડની બાજુમાં બીજું મુખ કરી તે રસ બહાર નીકળી જાય છે. આ પ્રમાણે એક નવું મુખ અથવા નવો જ્વાળામુખી થાય છે. એ મૂળ જ્વાળામુખીનું બચ્ચું ગણી શકાય. કેટલીક વાર આવું નવું બચ્ચું બહુ જોર દાખવે છે, અને મૂળ જ્વાળામુખીને ઢાંકી દે એવું મોટું કદ ધારણ કરે છે. આવાં બચ્ચાં થાય છે, ત્યારે મૂળ જ્વાળામુખીની થંકુ આકૃતિનો લોપ થાય છે. આવા એકમેકમાંથી ઉત્પન્ન થયેલા ઘણા જ્વાળામુખીઓના કાર્યથી, ઘણા મોટા વિસ્તારવાળા પ્રદેશો પર આવા અગ્નિશૈલો રચાઈ જાય છે. ઉપર લખ્યું છે તે ઉપરથી સમજારી કે અગ્નિશૈલોના કદની બાબતમાં કંઈ ચોક્કસ નિયમ આપી શકાય એમ નથી. સિસિલીમાંનો એટના ૮૭ માઇલના ધેરાવા વાળો અને ૧૦,૮૦૦ ફીટ ઉંચો છે અને એકોન્કાગુઆ ૨૩,૦૦૬ ફીટ ઉંચો છે.

શાન્ત અગ્નિશૈલના મુખમાં જિંના ધમધમતો પત્થરનો રસ ભર્યો હોય છે. આ મુખોમાંના કેટલાંક તો એ-ત્રણ માઇલ ધેરાવા વાળાં હોય છે. હાથકર, ધમધમના, લાલચોળ બળતા રસનું એ

તળાવ જોનારને દંગ કરી દેછે. સામાન્ય રીતે તેના શાન્ત ભાગો પર કાળો પુડો બાઝી ગયેલો હોય છે. પણ એ પુડામાં ધણીવાર ફાટ ચીરા પડે છે, અને તેવે વખતે તેમાંથી ભીની વરાળ તથા ધ-ગધગતા રસની છોળો ઉડે છે. જ્યાં આવો પુડો બાઝેલો હોતો નથી, ત્યાંતો બળતા રસનાં મોટાં મોટાં મોળાં ઉછળી ઉછળી આસપાસની પથ્થરની દીવાલો પર અથડાય છે. તેવે વખતે એ મુખનો દેખાવ ખરેખરે ભયાનક થઇ જાય છે. સાચી જીંતપર જોરથી અથડાએલાં મોળાંમાંથી એ ધગધગતા રસની વાછંટ ઉઘે જડે છે.

ક્રિયાવત્ અથવા ફાટતો જ્વાળામુખી—અગ્નિશૈલ કાંઇ આરે માસ ક્રિયાવત્ રહેતો નથી. સામાન્ય રીતે થોડેક લાંબે અંતરે તે ફાટે છે, પણ વચ્ચેના વખતમાં તો શાંત રહે છે. શાંત જ્વાળામુખીને જોતાં તેની વિનાશક શક્તિનો ભાએજ ખ્યાલ આવે છે. જ્યારે જ્વાળામુખી ફાટવાનો હોય છે ત્યારે પ્રથમ જમીનમાંથી દૂરથી સંભળાતી મેઘની



આકૃતિ ૭—ક્રિયાવત્ જ્વાળામુખી. તેનો સંક્ર આકાર બતાવવું ચિત્ર.

ગર્જના જેવો ધર્ ધર્ ધર્ ઘોષ સંભળાય છે, અને ધરતીકંપના જેવા આંચકા આવે છે. એ ઘોષ અને આંચકા ધીરે ધીરે વધારે જોસદાર બને છે અને જ્વાળામુખીની નળીમાં ઉપરાચાપરી મોટા ધડાકા થાય છે. ત્યાર બાદ તે જ્વાળામુખીના મુખનું તળિયું ધણી



જોસથી ધડાકા સાથે ફાટે છે અને તેમાંથી ઝીણી જાની રાખોડી નથા જાની ધગધગતી વરાળના જોરોગોટ અત્યંત જોસભેર ચોમેર જાડી પડે છે. આ પ્રમાણે નીકળેલી વરાળ હવામાં આવતાં ઠંડી પડે છે અને સફેદ વાદળોરૂપે ઉંચે ઝડપથી રહે છે અથવા તે તોફાને ચઢેલા અગ્નિશૈલના બહારના ઢાળ પર મુશળધાર વૃષ્ટિરૂપે પડે છે. અગ્નિ શૈલમાંથી જાડી પડેલી રાખોડી એટલા મોટા જગ્યામાં નીકળે છે કે તેનાથી આસપાસ કેટલાંય માઇલ સુધી આકાશ ધન-ધોર થઇ જાય છે અને સૂર્ય દેખાતો બંધ થઇ જાય છે. ઈ. સ. ૭૬ માં ઇટાલીનો વિસ્તુવીયસ પર્વત ફાટ્યો હતો ત્યારે તેમાંથી નીકળેલી રાખોડીથી ફરતાં પંદર માઇલ સુધી મધ્ય રાત્રિ જેવો અધકાર થઇ ગયો હતો તથા એ બધા પ્રદેશ પર એ રાખોડી તથા પથરાની એવી તો ભારે વૃષ્ટિ થઈ હતી કે તેમાં કેટલાંક મોટાં શહેર ઢાંધ ગયાં હતાં. આ પ્રમાણે ઉડેલી જાની રાખોડી ધણી વાર બહુ ઉંચે ચઢી જાય છે, અને ત્યાં પ્રબળ પવનનો પ્રવાહ લાગતાં સેંકડો માઇલ દૂર ધસડાઇ જાય છે.

અગ્નિશૈલોમાંથી માત્ર વરાળને રાખોડીજ નહિ પણ ધગધગતા સફેદ કે લાલચોળ અંગારા જેવા નાના મોટા કકડા પણ જાડી પડે છે. આવા ઉડતા કકડાઓ ઉંચે આડા આવળા ફેંકાતાં એક એક જોડે અથડાય છે. અને તેમાંથી તણુખા ઉડે છે. એ તણુખા નથા તેમના ચમકારાથી મધ્ય રાત્રિ કાંઇ પ્રચંડ ભવ્ય મુદ્રા ધારણ કરે છે. અગ્નિશૈલમાંથી જાડી પડતા પથરા કાંઈ જેવા તેવા જોરથી ફેંકાતા નથી. એક જવાળામુખીમાંથી બસેંટન વજનનો મોટો ખડક નવ માઇલ દૂર ફેંકાયો હતો, તથા બીજે પ્રસંગે જવાળામુખીમાંથી ઉડેલા ખડક છત્રીય માઇલ દૂર ફેંકાયા હતા. એ બીનાઓ પરથી જવાળામુખીમાંથી પથરાઓ કેટલા જોરથી બહાર ફેંકાય છે તેનો ખ્યાલ આવશે. ૧૮૩૫માં મધ્ય અમેરિકામાંના કેસીગાઇના નામના અગ્નિશૈલમાંથી ઉડેલી રાખના વાદળથી તેને ફરતી સ્પીસ્ટર

માઇલના વિસ્તારની જમીનમાં સૂર્ય દેખાતો બંધ થઈ ગયો હતો. ત્યારે તે રાખ ઉડતી ઉડતી ત્યાંથી ૭૦૦ માઇલ દૂર આવેલા જામેષકા ટાપુમાં પડી હતી. ૧૮૫૭માં પૂર્વ દ્વીપ સમૂહોમાંના કાકાટોઆ નામના અગ્નિશૈલમાંથી ઉડેલી રાખ આખો પૂર્વ ગોળાર્ધ ઓળંગી પશ્ચિમ ગોળાર્ધમાં યુરોપખંડમાં જઈ પડી હતી.

અગ્નિશૈલોમાંથી નીકળતા પીગળેલા પથ્થરના રસને ઈંગ્રિજીમાં લાવા કહે છે. એ લાવા કોઈક સ્થળે પાતળો તો કોઈ સ્થળે જાડો હોય છે. એ પાતળો હોય છે ત્યારે ઘણી ઝડપથી અને ઘણે દૂર સુધી વહી જાય છે, પણ જાડો હોય છે ત્યારે તો પર્વતના મુખની આસપાસ પાસે પાસે જ જમી જાય છે. બધે પ્રસંગે અગ્નિશૈલોમાંથી એક સરખા જથ્થામાં રસ નીકળતો નથી. ૧૭૮૩ માં આઈસલૅન્ડના એક અગ્નિ-શૈલમાંથી નીકળેલો પાપાણુ રસ ૫૦ માઈલ લાંબા અને ૧૫ માઈલ પહોળા વિસ્તાર પર પથરાઈ ગયો હતો અને તેના આગમાં આવતી ૫૦૦ થી ૬૦૦ ફીટ ઊંડી ખીણો તેનાથી પુરાઈ ગઈ હતી. આપણા દેશમાં હિંદુસ્થાન દ્વીપકલ્પની લગભગ બધી ઊંચી ભૂમિ અગ્નિશૈલોના જમી ગયેલા રસનીજ બનેલી છે. એટલે બધે રસ કાંઈ એકજ અગ્નિશૈલમાંથી નીકળ્યો નથી પરંતુ ઘણા અગ્નિશૈલોની હારોની હારોમાંથી નીકળી જમેલા રસનું એ પરિણામ છે. હાલના અગ્નિ-શૈલોની હારની કાલની રેખાને અનુસરતા ચીરા જમીનમાં પૂર્વે થયા હશે એવું અનુમાન કરવામાં આવે છે.

પર્વતના ઢાળ પરથી ધસી આવતી ધગધગતા પાપાણુરસની વિનાશ કરેલ જેવો ભયંકર દેખાવ કુદરતમાં લાગ્યેજ ખીજે કોઈ હશે ! પ્રથમ તેજસ્વી શુભ્ર રંગની રેલના રૂપમાં પીગળેલા લોહના રસ જેવો પાપાણુ રસ અગ્નિશૈલના મુખમાંથી ઉભરાય છે; થોડીજ વારમાં તે લાલચોળ થાય છે, આખરે તેનું તેજ ઉડી જાય છે, અને તેની સપાટી પર કાળો કે તપખીરિયો પુડો બાઝે છે. એ પુડામાં ઠામ ઠામ ફાટો પડેલી હોય છે, તે ફાટોમાં જોતાં પુડા તળે પીગળેલો ઉત્તેજ લાલચોળ

રસ જોવામાં આવે છે, અને તેમાંથી બિનાં વરાળ અને વાયુના ગોટ્ટો-ગોટ્ટો બહાર નીકળે છે. અગ્નિશૈલના મુખથી થોડે દૂર એ રસનું વહેણ, જમી થયેલા પુડાના ભાંગી જવાથી થયેલા ખડખડા પરસ્પર અથડાઈ, કુટાઈ ધાતુ પેટે ખખણતા કકડાઓની નદી જેવું દેખાય છે. એ કકડા-ઓની વચ્ચેમાંથી ધણીવાર તળે વહેતો બિનો પાષાણુ રસ નજરે પડે છે. એ વહેણના બધા ભાગોમાંથી વરાળના અને ખીજ બિના વાયુ-ઓના ગોટ્ટોગોટ્ટો નીકળે છે. ધીરે ધસતી આ બિના પાષાણુ રસની નદીની આગળ કચરાનો મોટો ટેકરો ઠેલાયો જાય છે. એ નદી પરથી વાતો વાયુ બિનો અને યુગળાવી નાંખે એવો હોય છે ઝાડ, ધર, વાદીઓ, ખેતરો બધાં વારા ફરતી એ ધગધગતી રેલમાં ધીરે ધીરે દટાઈ જાય છે. મોટાં મકાન પશુ એ રેલ સામે ટકી શકતાં નથી. ધીરે ધીરે એ રસ તે મકાનની આસપાસ ફરી વળે છે અને એ રીતે તે એ રસની અંદર આવી જાય છે.

આ પ્રમાણે વહેના રસનો નીચલો થર ધણે ઝડપથી ફરી જાય છે તેથી તેનો દેખાવ કાચ જેવો હોય છે. ઉપલા થરોમાંથી તો વરાળ નીકળી જાય છે તેથી તે ધીરે ધીરે ઠંડા પડે છે. આમ ધીરે ધીરે ઠંડો પડતો રસ દોરડા, કેયલા કે ગોળાઓનું રૂપ ધારણુ કરે છે. આ રસના ફરવાથી થયેલા પથ્થરોમાં જુદાં જુદાં દ્રવ્યોનાં સ્ફટિક હોય છે, તથા તેમાં તેની અંદરથી બહાર નીકળી જતી વરાળના પરપોટાથી થયેલા ખાડા તથા છિદ્રો પણ હોય છે. પાષાણુ રસની નદી ઉપરનો પોપડો ગરમીનો મંદવાહક છે, તેથી ધણી પાતળા પોપડા ઉપર આવતાં, તેની તળે રહેલા બિના રસની જરા પણ ગરમી લાગતી નથી.

જ્વાળામુખી કાર્યથી થયેલા અગ્નિશૈલોનું કદ ધણું વધી જાય છે ત્યારે, અથવા તેની અંદર જ્વાળામુખી કાર્યનું બળ નરમ પડી જાય છે ત્યારે, રસ તેના મુખ સુધી ચઢી બહાર નીકળી શકતો નથી. પરંતુ, તેની અંદર પ્રથમ ચીરા પડી જાય છે અને

પછી તે ચીરામાં તળેથી ઉભરાતો રસ બારાઈ સાંધ પુરી દે છે. પીઝળેલા પથ્થરના રસના ઉભરાવાથી પુરાયેલી ફાટો અગ્નિશૈલની શિરાઓ કહેવાય છે.

**પૃથ્વીપર અગ્નિશૈલોની વહેંચણી:—**પૃથ્વીની સપાટી પર અગ્નિશૈલોની વહેંચણી જોતાં તેમની ઉત્પત્તિનાં કારણની કંઈક મીમાંસા અથવા કલ્પના આપણે કરી શકીએ છીએ. છટા છવાયા અગ્નિશૈલો દ્વિનિયાના ધણા ભાગમાં છે એ વાત ખરી, પરંતુ સામાન્ય રીતે એવા પહાડો લાંબી અખંડ શ્રેણીના રૂપમાં તથા સમુદ્રના કાંઠાને સમાંતર આવેલા બહુધા જોવામાં આવે છે. એવે સ્થળે પૃથ્વીના પોપડાના થરો ધણા સીધા તથા ઉભા હોય છે. હાલમાં ક્રિયાવત્ અગ્નિશૈલો બહુધા શાન્તસાગરની ( પેસિફિક ) આસપાસ મેખલા રૂપે આવી ગયેલા જોવામાં આવે છે. ટેરા-ડેલ-ફ્યુએગોથી શરૂ થઈ, લગભગ અખંડ લીટીમાં એન્ડીઝનાં શિખરોમાં થઈ મેક્સિકો તથા કેલિફોર્નિયામાં પસાર થઈ છેક અલાસ્કા સુધી તેઓ જાય છે. ત્યાંથી ક્યુરાઈસમાં થઈ કામરચાટકા મારફત જાપાનના અગ્નિશૈલોની રેખા જોડે જોડાઈ ફિલિપાઈન્સ તથા પાપુઆમાં થઈ છેક ન્યૂઝીલેન્ડ સુધી તેમની રેખા લંબાય છે. ખરેખર શાન્તસાગર અગ્નિની જ્વાળાઓની મેખલાથી અલંકૃત થયો જણાય છે. કેટલાક અપવાદ સિવાય ધણા ખરા પ્રસંગોમાં અગ્નિશૈલ તથા સમુદ્ર કિનારાનું સાહચર્ય જોવામાં આવે છે. જ્વાળામુખી કાર્યમાં આગળ પડતો ભાગ લેતી વરાળને માટે જોઈતું પાણી શું પાસેના સમુદ્રમાંથી મળતું હશે કે તેના પોતાના જ દ્રવ્યમાંથી એ પ્રશ્નો ચોખ્ખો નિકાલ હજી સુધી થયો નથી; પણ એટલું તો નક્કી જ છે કે અત્યંત ગરમ થયેલી વરાળ જ્વાળામુખી ફાટવાના કાર્યમાં ધણો અગત્યનો અને આગળ પડતો ભાગ લે છે. એ પણ દેખીતું જ છે કે પૃથ્વીનો પોપડો નબળો હોય ત્યાં તેમાં સહેલથી ચીરા પડી શકે. સમુદ્રના તળિયા પર જામતા થરના તથા પાણીના ભારથી તે ભાગ પર ખૂબ જખંડે

દબાણુ થાય છે અને કિનારાના ભાગ ઉપરનું દબાણુ કમે કમે ઓછું થતું જાય છે, તેથી એ બેની સંધિની જગા પર ધણું ખેંચાણુ બળ થાય અને તે નળણી પડે એ દેખીતું છે. જ્વાળા-મુખીઓ ધણા ખરા સચુદ્ર કિનારા પાસે કેમ હોય છે તેની સમ-જ્યુતિ પણ આ ઉપરથી મળે છે.

કુંક્રંદાટ ઝરા (ગ્રેટઝર્સ)—જ્વાળામુખી કાર્યની અસર વાગા પ્રદેશોમાં ધણા જોસથી ફાટી નીકળતા હતા પાણીના ઝરા પણ જોવામાં આવે છે. એવા ઝરા ‘કુંક્રંદાટ ઝરા’ કહેવાય છે. પૃથ્વીની સપાટી ઉપર કુંક્રંદ જેવું કાણું હોય છે, અને તે કાણાના તળિયાથી માંદી પૃથ્વીના પોપડામાં ધણે જાડે સુધી એક નળી જેવો ભાગ મળેલો જણાય છે. એ નળીમાં પાણી ભરેલું હોય છે. પૃથ્વીના અંતર્ભાગની ગરમીથી એ પાણી ખૂબ ગરમ થએલું હોય છે. આપણે જાણીએ છીએ કે જેમ આપણે પૃથ્વીમાં જાડા ઉતરીએ તેમ ગરમી વધે છે, તેથી નળીના નીચલા ભાગનું પાણી તેના ઉપલા ભાગના પાણી કરતાં વધારે ગરમ હોય છે. પાણીનો એ નિયમ છે કે જો એની ઉપરનું દબાણુ વધારવામાં આવે તો સાધારણ હવાના દબાણુ જેટલી ગરમીએ તે ઉકળે છે તેના કરતાં વધારે ગરમીએ તે ઉકળે. આ કારણથી નળીના તળિયાના ભાગનું પાણી ઉકળ્યા વિના ખૂબ ગરમ થાય છે. અને આખરે જ્યારે તેની વરાળનું કુલવાનું બળ તેની ઉપરના પાણીના દબાણુથી વધે છે કે તરતજ ધણા જોસથી તે પેલા પાણીને નળીમાંથી બહાર ઉઠાડી મૂકે છે. આ રીતે નળીમાંથી સો શીટ જેટલો ઉંચો પાણીનો મોટો ચાંબલો બહાર કુટી નીકળે છે અને તેમાંથી વરાળના ગોટે ગોટ નીકળે છે. આમ જોસથી ફાટી નીકળતા ઝરાનો ઘોષ ધણે દૂર સુધી સંભળાય છે. એનું ફાટતી વખતનું જોસ તો ખરેખર માણસને ગભરાતી નાંખે એવું હોય છે. બહારની હવાની અસરથી જ્યારે પાણી ઈંકું પડે છે ત્યારે પાછું પહેલાંની પેઠે નળીમાં સમાઈ

જાય છે, અને વળી પાછું ગરમ થાય છે, ત્યારે બહાર ઉભરાઈ આવે છે. આવા ઝરાઓ ઘટતા જતા જ્વાળામુખી બળની નિશાની રૂપ છે. પહેલાં જે બળથી પથ્થરોનો ધગધગતો રસ અગ્નિશૈલમાંથી જોસભેર ઉભરાતો તથા ઓમેર રાખોડી અને પથ્થરો ઘણા ભયાનક જોરથી ફેંકાતા હતા, તેજ બળ શાન્ત પડતાં હવે આવા ઉના પાણીના ઝરાને ઉત્પન્ન કરે છે. આવા ઝરાઓના પાણીમાં ઘણી વાર સિલિકા અથવા ચક્રમકતું નત્વ હોય છે, તે ઝરાના મુખની આસપાસ દરી જાય છે અને તેનાથી વિવિધ આકૃતિની સુંકર અગાશીઓ રચાય છે.

બધા બિના પાણીના ઝરા કાંઈ આમ જોસભેર પ્રવાર પેડે ઉઠ્યા હોતા નથી, તેમ બધા જ્વાળામુખીના પ્રદેશમાં પણ આવેલા હોતા નથી. બધા બિના પાણીના ઝરાનાં પાણીની ગરમી એક સરખી હોતી નથી. આપણા ગુજરાતમાં વાંસદા પાસે દેવકી બિનાબિના તથા કપડવણજ પાસે લસુંદરાના બિના પાણીના કુંડ છે. ડાકિરથી ગોધરા જતાં દુવા-ટીબા નામનું ગામ આવે છે ત્યાંના ઝરણુ તો ખરેખર આશ્ચર્ય પમાડે એવાં છે. ત્યાં જમીનમાં થોડું જોદાં પાણીનાં ઝરણુ નીકળે છે. આ પ્રમાણે જોદાં ઘણી વાર પાસે પાસેના આડામાં એકમાં ઠંડું તો બીજામાં બિનું પાણી નીકળે છે. આમ થવાના કારણની તપાસ કાંઈ એ હજી સુધી કરી જણાતી નથી.

**ધરતીકંપ-ભૂચાલ**—અગ્નિશૈલોને જન્મ આપનાર અને પૃથ્વીની અંદર રહી કાર્ય કરનાર બળોતુજ આ એક રૂપાંતર છે. ધરતીકંપમાં પૃથ્વીનો પોપડો ઘણા મોટા વિસ્તારમાં પાણીનાં મોઝાં પેડે ઊંચો નીચો હાલી ઉઠે છે. મહાન વિનાશકારક ધરતીકંપનાં મોઝાં જીજ હોય છે પણ નાના નાના લગભગ જે માલુમ મુજરા તો પૃથ્વી લગભગ નિત્ય અનુભવે છે. ૧૮૪૩ થી ૧૮૭૩ સુધીનાં આળીશ વર્ષનાં અવલોકન ઉપર જણાય છે કે પૃથ્વીના પોપડામા સરાસરી દર દિવસના જે મુજરા આવે છે.

ધરતીકંપ થવાનો હોય તે પહેલાં પૃથ્વીના પેટામાંથી દૂર થતી મેથ ગર્જના જેવો અથવા ગાડાંઓના ગગડાટ જેવો એક વિચિત્ર અવાજ સંભળાય છે, અને ત્યાર બાદ પૃથ્વી એકદમ મુશ્કેલી ઊઠે છે, અને હીંચકા પેટે ડાલવા માંડે છે. આ હચમચાટ એવો તો પ્રચંડ હોય છે કે લલલલાના હાંજ ગગડી જાય. આપણું મકાન જાણે કોઈ નેતર જેવા પદાર્થનું બન્યું હોય તેમ હાલવા માંડી જાય છે, અને જાણે ૨૦૦ માણસો એક સામગ્રી તેની પર ફટી પડ્યા હોય એવો કકડાટવાળો અવાજ સંભળાય છે. તમારો ખાટલો જાણે કે કોઈ જન કે જૂત અંદર ભરાયું હોય તેમ હીંચકા પેટે ઉંચો નીચો હાલવા માંડે છે. તમારા બારણાની સાંકળમાં જીવ આવ્યો જણાય છે કારણ કે તે એની મેળે બારણા સાથે પછાડવા માંડે છે. જો ધરતીકંપ જેસવાળો હોય તો તો પલકવારમાં તમારું મજબૂત દેખાતું મકાન જમીન દોસ્ત થઈ જાય. ધરતીકંપનો આંચકો અર્ધી મિનિટ જેટલો ટકે છે. તેટલામાં પણ મોટાં શહેરોને તે જમીન-દોસ્ત કરી નાંખે છે તો એ લાંબો વખત સુધી રહેતો શું ન કરી શકે ? ૧૭૫૫ માં પોર્તુગાલની રાજધાની લિસ્બન શહેરમાં ધણો પ્રચંડ અને બીપણુ ધરતીકંપ થયો હતો. તે પાંચ મિનિટ ટક્યો હતો. તેની અંતર સહરના રણુથી માંડી આઇસલૅન્ડ સુધીના આટલાંટિક પ્રદેશમાં થઈ હતી અને તેમાં ૫૦,૦૦૦ જનની ખુદારી થઈ હતી. દરીઆ કિનારાની અંદરના ભાગમાં પૂર્વ સ્વિટ્ઝર્લૅન્ડ સુધી તેની અંતર જણાઈ હતી. ધરતીકંપ દરમિયાન ધણીવાર જમીનના કેટલાક ભાગ ઉપસી આવે છે તો કેટલાક જમીનમાં ઊતરી પડે છે, અને ધણીવાર જમીનમાં તેથી ૧૦૦ માઇલ લાંબા મોટા ચીરા પડી જાય છે. એનાથી નદીનાં વહેણ બદલાઈ જાય છે અને જેતે દરિયા કિનારા પાસે થયો હોય તો દરિયાનાં પાણી પ્રથમ કિનારાથી દૂર હટી પછી મોટા પ્રલયકારી રેલના રૂપમાં કિનારા પાસેના પ્રદેશ પર ફરી વળે છે. તે સમયે જલ પ્રલય જેવો દેખાવ થઈ રહે

છે. ૧૮૨૨માં થયેલા ધરતી કંપની અસરથી ચિલિનો કિનારો હંમેશને માટે ત્રણ ચાર ફીટ જીએ ચઢ્યો અને તેજ સાક્ષમાં કચ્છમાં થયેલા ધરતી કંપને લીધે ફેટલાએ હળર ચોરસ માઈલ જેટલો કચ્છના રણનો પ્રદેશ દરિયાની સપાટી કરતાં નીચો ઉતરી ગયો. ૧૮૫૫માં ન્યુઝીલેન્ડમાં ધરતી કંપ થયો તે વેળા ૫૦૦૦ ચોરસ માઈલ જેટલો પ્રદેશ આશરે નવ ફીટ જેટલો ઉપસી ગયો અને ઉપસેલા તથા નહિ ઉપસેલા પ્રદેશ વચ્ચે ૬૦ માઈલ લાંબો અને છથી નવ ફીટ પહોળો ખાઈ જેવો ચીરો પડી ગયો. કંઈ અકસ્માતથી જેમ આપણા હાથપગનાં હાડકાં ભાંગી એકમેક પર ચઢી જાય છે તેમ ધરતી કંપો દરમિયાન ઘણીવાર પૃથ્વીના પોપડાના થર ભાંગી એકમેક પર સરી જાય છે, અથવા ઉપર નીચે થઈ જાય છે.

ધરતી કંપની અસર તેના ઉત્પત્તિસ્થાનથી નીકળી એક મોટા મોજા પેઠે ચોમેર ફેલાય છે. જેમ જેમ તે મોજાનું તેના ઉત્પત્તિ બિન્દુથી વધારે ને વધારે દૂર જાય છે તેમ તેમ તેનું બળ ઘટતું જાય છે. ઉત્પત્તિ બિન્દુ આગળ તેનો ધક્કો લ'બરેખામાં લાગે છે, પણ ત્યાંથી આગળ જતાં તે ધક્કો તિરકસ લાગે છે. તળેથી ઉપર આવતા ધક્કાની અસર બહુ વિનાશકારક નથી, પણ તિરકસ ધક્કો બહુજ વિનાશકારક છે. એવાજ ધક્કાથી શહેરોનાં મકાનો ગબડી પડે છે. જે જગ્યાએ તિરકસપણું તથા ધક્કાનું બળ અનુકૂળ પ્રમાણમાં એકઠાં થયાં હોય છે, ત્યાં ધરતીકંપની વિનાશકારક અસર વધારેમાં વધારે થાય છે. કોઈ પણ ધરતીકંપ દરમિયાન વધારેમાં વધારે વિનાશકારક અસર થઈ હોય તેવાં સ્થાનોને એક વર્તુલ રેખાથી જોડીએ તો ઉપર બતાવેલી વધારેમાં વધારે પ્રબળ અસરની રેખા મળી આવે છે. એ રેખા ધરતીકંપના ઉત્પત્તિ બિન્દુથી દૂર પણ તેને સરતી આવેલી હોય છે. પૃથ્વીના પોપડામાં થતાં મોટાં મોજાને લીધે ધરતીકંપના આંચકા થાય છે. એનાથી નાનાં મોજાં આંખે દેખાઈ શકાય એવી અસર કરી શકતાં નથી, પણ ધરતીકંપ



પહેલાં થતો મેધમર્જના જેવો અવાજ તે નાનાં મોઝાને પરિણામે થાય છે એમ માનવામાં આવે છે.

ધરતીકંપ શાથી થાય છે તે બરાબર સમજાયું નથી. કેટલાક વિદ્વાનોનું એવું માનવું છે કે પૃથ્વીના ગર્ભમાં થતા વરાળના ધડાકાને લીધે ધરતીકંપ થાય છે. જ્વાળામુખી કાર્યના પ્રદેશમાં થતા ધરતીકંપ માટે તો આ સમજૂતી ખરી છે; પરંતુ જ્યાં જ્યાં ધરતીકંપ થાય છે, ત્યાં પૃથ્વીના ગર્ભમાં જ્વાળામુખી કાર્ય હંમેશાં થતું હોતું નથી એટલે એ સમજૂતી બધા ધરતીકંપોને લાગુ પાડી શકાતી નથી. આ ઉપરથી એવી કલ્પના કરવામાં આવી છે કે પૃથ્વીના પોપડાના કોઈ ભાગમાં ધણું ખેંચાણ કે દબાણ થવાથી તે ભાગનો પોપડો તૂટી જાય છે, અને તે તૂટને પરિણામે આસપાસના પ્રદેશમાં ધરતીકંપ થાય છે. દરીઆ કિનારા પાસે આવેલા પર્વતોની આસપાસના પ્રદેશોમાં ધરતી કંપની અસર મુખ્યત્વે થતી હોવાથી ઉપલા મતને ટેકો મળે છે. ખરૂં જોતાં ધરતીકંપનાં ઉપર બતાવેલાં બંને કારણો ખરાં છે. જ્વાળામુખી કાર્યવાળા પ્રદેશોમાં પહેલી સમજૂતી લાગુ પડે છે અને બીજા ધરતીકંપોની બાબતમાં બીજી સમજૂતી વધારે લાગુ પડે છે.

છેલ્લાં કેટલાંક વર્ષોથી ધરતીકંપોની નોંધ તથા પૃથક્કરણ કરવા પર ધણું લક્ષ આપવામાં આવે છે. દુનિયાના કોઈ પણ ભાગમાં થતા ધરતીકંપોની નોંધ તેમની અસર પરથી સમજવા માટે દુનિયાની બધી જાણીતી વેધશાળાઓમાં કંપ-દરીક ચત્ર (સીસ્મોગ્રામીટર) ચોળવામાં આવ્યાં છે. આ ચત્ર એવું તો નાણુક હોય છે કે તેની પર કોઈ ચાલતી હોય તો તે પણ બતાવી શકે. એ ચત્રમાં એક ચાંલકો હોય છે અને તેની નીચે વિવિધ નાણુક ચત્રો ગોઠવેલાં હોય છે. એ ચાંલકને સહેજ આંગળી અડકાડતામાં તેની જોડે જોડાએકો ઘડીઆળનો કટો ધણું આંટા ફરી જાય છે. જાપાનમાં હજુ પણ વર્ષ દરમિયાન ઘણા ધરતીકંપ તથા જ્વાળામુખી કાર્ય

ચાય છે, અને તેજ કારણથી ત્યાંના લોક પથ્થર તથા ઇંટોનાં ધર ન બાંધતાં લાકડાનાં ધર બાંધે છે. ૧૯૨૩માં ત્યાં થયેલા બે પ્રયત્ન બયાનક ધરતીકંપમાં તેનું પાટનગર ટોકીઓ તદ્દન ખંડિયેર થઇ ગયું અને કરોડો રૂપિયાની આપણાનું નુકસાન થયું.

પૃથ્વીના પોપડાનું ઉપસવું અને દબાવું:—આગળ આપણે જોયું કે જ્વાળામુખી કાર્યની અસરથી તથા ધરતીકંપથી પૃથ્વીના પોપડો કેાઇ ઠેકાણે ઉપસે છે તો કેાઈકે ઠેકાણે બેસી જાય છે. પૃથ્વીના ગર્ભમાં કાર્ય કરતાં આ બળો સિવાય બીજી રીતે પણ પૃથ્વીના પોપડામાં એવી ઉપસવાની તથા દબાવાની ક્રિયા ચાલે છે. આ ક્રિયા ધણી ધીરી હોવાથી તેની અસર ધણે લાંબે વખતે જણાય છે. છતાં પણ દૂનિયાના ધણા ભાગોમાં આવા ફેરફાર થતાં જોવામાં આવે છે. સ્કોટલેન્ડ તથા સ્વીડનના દરિયા કિનારાના ભાગ ધીરેધીરે ઉંચે જતા જણાય છે. સમુદ્રના પાણીથી કપાયેલા કિનારા હાલ દરીઆની સપાટીથી ૨૦ થી ૧૦૦ ફીટ જેટલા બદલ નીકળી ગયા જણાય છે. તેમની સપાટી નીચેની ભૂમિ દરીઆની રેતીની બનેલી છે. અને તેમાં દરિયાઈ છીપો સંખ્યાબંધ મળી આવે છે. સ્વીડનના કિનારા આગળ તો વહાણના ભોમિયાઓએ બરતીની હદ બતાવવા કરેલા ખાડા હાલમાં બરતીની જગ્યાથી કેટલાક ઈંચ ઊંચા નીકળી ગયા દેખાય છે. આવીજ રીતે બરતીનાં પાણીથી રેલાઇ જતા બેટ પાણીની તદ્દન બહાર ઉપસી આવેલા છે, અને હવે તેમની ઉપર પાણી ફરી વળતું નથી. જેવી રીતે કેટલાક ભાગમાં આમ જમીન ઉપસી આવે છે, તેમ કેટલાક ભાગમાં જમીન નીચી દબાતી જણાય છે. આમ થવાથી પહેલા દરિયાની બહાર રહેતા ભાગ પર દરિયાનું પાણી ફરી વળે છે. ઈંગ્લેન્ડ તથા ફ્રાન્સ વચ્ચેની જમીન આ પ્રમાણે નીચી બેસવાથી ગ્રેટબ્રિટન અને આયર્લેન્ડ બેટ થયા અને તે નીચી બેઠેલી જમીનપર પાણી ફરી વળવાથી આઇરિશ સમુદ્ર તથા ઉત્તર સમુદ્ર થયા. આફ્રિકા તથા હિન્દનો દ્વીપકલ્પ જમીનની પટ્ટીથી સંધા-

યેલો હતો એમ જુસ્તરવેતાઓ માને છે, પણ તે પટ્ટી પાણીની અંદર ખેસી ગઇ છે. ગંગાનદીના મુખ આગળનો પ્રદેશ પણ આ રીતે ધીરે ધીરે ખેસતો જાય છે, ત્રીનલેન્ડનો પશ્ચિમ કિનારો એટલી ઝડપથી નીચો ખેસતો જાય છે કે તેમાં વસનાર લોકોને વહાણ આંધવાના ખીલાની જગા દર વર્ષે બદલવી પડે છે.

પરવાળાના બેટ પણ આજ રીતે બન્યા જણાય છે. પરવાળા ના જંતુઓ હંમેશાં દરિયાના તળિયાનો આશ્રય લઇ પોતાનાં સ્વસ્થાનો રચવા માંડે છે. આ ક્રિયા પ્રથમ કિનારા પાસે શરૂ થઈ દરિયામાં આગળ ને આગળ પ્રસરે છે. પ્રથમ રચાયેલો પાછલો ભાગ દબાવાથી નવી બનતી પરવાળાની ઝાલર તથા મૂળબેટ વચ્ચે સંગેવર જેવો દરિયાનો ભાગ આવી જાય છે.



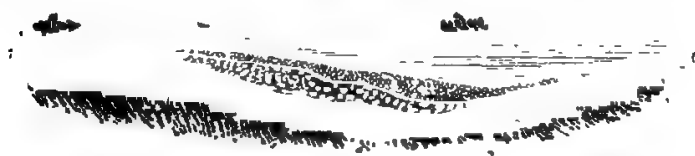
# સ્તરભય શિલાઓ.

અથવા

## જલકૃત શિલાઓ.

**પૃથ્વીના પોપડાની શિલાઓ:**—પૃથ્વીનો પોપડો જનનજનનના વધારે ઓછા નક્કર ખનિજ ખડકોનો બનેલો છે. આવા ખડક પથ્થુ શિલા કહેવાય છે. પૃથ્વીના પોપડામાં મુખ્યત્વે ત્રણ જાતની શિલાઓ જોવામાં આવે છે:—(૧) પાણીના કાર્યથી બનેલી જલકૃત શિલાઓ. (૨) ભૂગર્ભની ગરમીના કાર્યથી બનેલી અગ્નિકૃત શિલાઓ અને (૩) એકવાર રચાયા પછી ગરમી અથવા દબાણને પરિણામે પેદા થયેલી વિકૃત શિલાઓ. આ પ્રકરણમાં આપણે જલકૃત શિલાઓનું વિવેચન કરીશું.

**જલકૃત શિલાઓ:**—આપણે જાણી જોયું છે કે હવા તથા પાણીના કાર્યથી પૃથ્વીપર ઘોવાણુ થાય છે. એ કાર્યને પરિણામે પડેલો હોલ વરસાદના પાણીથી ઘોવાઈ પાસેના કે દૂરના કોઈ જગ્યા-



શયમાં ધસડાઈ જાય છે એ વાત પણ આપણે જોઈ ગયા. આ પ્રમાણે ધસડાઈ જતો કચરો પાણીનો વેગ ઘટતાં આખરે કોઈ જગ્યા-શયના તળિયાપર એક સરખી રીતે પથરાઈ જાય છે, અને તેને થર બને છે. આવા થરોમાં ભારે તથા ખડખડાં રજકણ સાથી પહેલાં નીચે ઠરે છે, અને ત્યારબાદ ઉત્તરોત્તર ઝીણાં રજકણો ઠરે છે.

દર વર્ષ આ પ્રમાણે નવા નવા થર રચાય છે. ઘણું વર્ષ આ પ્રમાણે થતું ચાલુ રહેવાથી તે જળાશયનું તળિયું ઝીંચું ચઢતું આવે છે, અને જો તે નાતું હોય તો આખરે પુરાઈ જાય છે. જળાશયના તળિયા-પર કાંપના ઠરવાથી થયેલા થર સામાન્ય રીતે એકએકને સમાંતર તથા કિતિજ સમસૂત્ર એટલે સપાટ હોય છે; પરંતુ તેઓ ચોપડીનાં પાનાં જેવાં તદ્દન સપાટ અને કિતિજસમસૂત્ર હોતાં નથી. શરૂઆતના થર તો જળાશયના આકારને અનુસરે છે પણ પછીના થરોમાં કાંઈક અંશે અનિયમિતતા જેવામાં આવે છે. ચોપડીનાં પાનાં પેઠે એક એક પર આવી ગયેલા શિલા વિસ્તારને સ્તર કહેવામાં આવે છે. સાધારણ ભાષામાં તેને થર કે વળું પણ કહે છે.

કુવેા ખોદનાં આપણને જણાય છે કે પૃથ્વીનો પોપડો ઘણે ઠેકાણે આવી સ્તરમય શિલાઓનો બનેલો છે. આગમોડીના માર્ગમાં નાની સરખી ટેકરી આવે છે ત્યારે સામાન્ય રીતે તેને ફરીને સડક લઈ ન જતા તેને કાપી વચ્ચેથી સડક કાઢવામાં આવે છે. આવી વખતે તે ટેકરીના કપાયેલા ભાગોમાં પણ આવી સ્તરમય રચના જેવામાં આવે છે. શિલાઓની આવી ગોઠવણી—સ્તરમય રચના, પાણી સિવાય બીજા કોઈ કુદરતી સાધનથી થવી સંભવતી નથી, તેથી જ્યાં જ્યાં એવી રચના વાળી શિલાઓ જેવામાં આવે, ત્યાં ત્યાં આપણે એમજ કહી શકીએ કે ભૂતકાળમાં જે વખતે આ શિલાઓ રચાઈ તે વખતે તે સ્થળે કોઈ જળાશય હતો.

જળપ્રવાહમાં ઠરેલાં કણનાં થરોમાંથી નક્કર શિલાઓ કેવી રીતે થાય છે:—જળના પ્રવાહમાંથી જળાશયના તળિયા પર ઠરતાં કણનો થર પ્રથમ તદ્દન પોચો હોય છે. તેની અંદરનાં રજકણ એક એકથી છૂટાં અને પરસ્પર સંબંધ વગરનાં હોય છે. એ થર શરૂઆતમાં પાકો કે દઢ હોતો નથી. વખત જતાં કેટલાંક કારણોને લીધે તે દઢ અને કઠણ થઈ શિલારૂપ બની જાય છે. કાચા થરમાંથી પાકાથર થવાની એ મુખ્ય રીતો છે. (૧) ઉપર આવેલા થરોના દબાણથી



આકૃતિ ૬ સિતિજ સમસ્ય થર બતાવનાર છેદચિત્ર ઉપરથી નીચેના થરને ક્રમ—૧. ખેડાણ ભોંય. ૨. રેતી પથ્થર ૩. કાંકરી પથ્થર; ૪ માટી પથ્થર; ૫. કોલસો; ૬. ચુના પથ્થર.

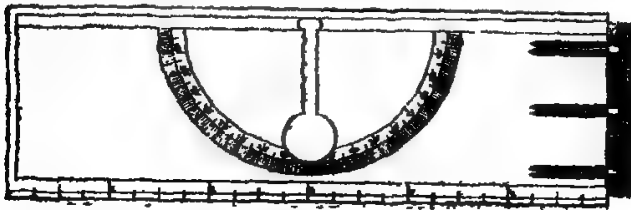
નીચે આવેલા કાચા થર પાકા અને દઢ થાય એ એક રીત. (૨) ધણી-વાર એવું બને છે કે કાચા થરોનાં રજકણ વચ્ચે થઇ ઝમતા પાણીમાં ચુનાનો કાર્બોનેટ કે સિકતા દ્રવ્ય ઓગળેલું હોય છે. રજકણોની વચ્ચે થઇ ઝમતા પાણીમાં ઓગળેલું દ્રવ્ય તે કણો વચ્ચે ભરી ભય છે, અને તેમને દઢ રીતે સાંધે છે. ટુંકામાં એ દ્રવ્યો એ રજકણો વચ્ચે કોલનું કામ કરે છે. કાચા થરને પાકા કરવાની ઉપર જણાવેલી બે રીતોમાંથી વધારે મોટા પ્રમાણમાં તથા વધારે ઝડપથી કાર્ય કરતી રીત આ બીજી જણાય છે. આ પ્રમાણે મોટા કાંકરા તથા પથરા જોડાવાથી, બીજી કે કંકરશિલા (કોન્ક્લેમરેટ) બને છે. રેતીનાં કણ જોડાવાથી રેતી-પથ્થર કે સૈકતશિલા (સેન્ડસ્ટોન્સ) અને ચુનાનાં કાર્બો-નેટનાં રજકણ જોડાવાથી ચુના પથ્થર કે સૌધિયશિલા (લાઇમ સ્ટોન) બને છે.

સ્તરાપર્વ (આઉટક્રોપ્સ):—પૃથ્વીના પોપડામાં જલકૃત શિલાના થર એક એકની ઉપર આવેલા હોય છે, સારે માત્ર સૌથી ઉપસેજ થર બહારથી જોઈ શકાય છે. તેની નીચેના થર જોઈ શકાતા નથી. થરોના આવા ઢગલામાં કેવા અને કેટલા થર આવેલા છે તે સાધારણ રીતે એમને એમ જાણી શકાતું નથી. એવા થરના ઢગલાની કોઇ બાજુ, નદીની બેગડના રૂપમાં અથવા પર્વતના ઢાળના રૂપમાં

પુલી પડેલી હોય, તોજ તે બધા થર એક સામટા જોઇ શકાય છે. કુવો ખોદતાં કે જમીનમાં સાપડો મારતાં પણ તે સ્થળે આવેલા થરોની માહિતી મળે છે. સાધારણ રીતે પૃથ્વીના પોપડામાંના થર ઉપર વર્ણવ્યું તેમ બરાબર એક એકપર આવી ગયેલા હોતા નથી. પણ બરાબર ગોઠવેલાં પાનાની ઢગલીને વચ્ચેથી ટકોરો મારતાં તે જોમ લાંબી હારના રૂપમાં ગળદી પડે છે તેમ ગળદી પડેલા હોય છે અને મૂળ થરોનો ઢગલો મોટા વિસ્તાર પર પથરાઇ ગયેલો હોય છે. આવે પ્રસંગે તે ઢગલાના બધા થરોના છેડા થોડા થોડા ઉધાડા થઈ જાય છે, આમ ખુલ્લા થઇ ગયેલા થરોના છેડાના અવલોકન ઉપરથી તે બધાને તેમના કાલક્રમમાં આપણે ગોઠવી શકીએ છીએ. આ ઢગલાને દરેક થર પૃથ્વીના ઇતિહાસના પૃષ્ઠ રૂપ અને છે, અને તેના ઉપરથી પૃથ્વીનો પ્રાચીન ઇતિહાસ ઉપજાવી શકાય છે. થરોના આવા ખુલ્લા પડેલા ભાગ સ્તરશીર્ષક કહેવાય છે.

**નમન કોણ (ડિપ):**—આપણે ઉપર જોયું કે પૃથ્વીના પોપડામાંના થર ક્ષિતિજ સમસૂત્ર તથા એક એક પર બરાબર ન આવી જતાં, ધણીવાર આગળ કે ડાબી જમણી બાજુએ ગળદી પડે છે. આવે પ્રસંગે એ થરો ક્ષિતિજ સમસૂત્ર ન રહેતાં તેની જોડે નાના મોટા ખૂણા કરે છે. જે ખૂણે થર નમી પડ્યો હોય તે તેનો નમનકોણ કહેવાય.

આ ખુણો માપવા માટે નમનકોણમાપક ( ડિલેનો મીટર ) નામનું યંત્ર વાપરવામાં આવે છે. એક લાકડાની પહોળા પટ્ટીપર અર્ધવર્તુળ ચીનરી તેમાં મધ્ય રેખાની બંને બાજુ ૦° થી ૯૦°



અંશના આંકા પાડેલા હોય છે. એ અર્ધવર્તુળની બરાબર મધ્યમાં રહે એવો એક તળે ભારે લોલકવાળો સળિયો જડવામાં આવે છે. આ યંત્ર સપાટ થર પર ગોઠવવામાં આવે છે ત્યારે પેલા સળિયો પાટીના ૦° અંશના આંકા પર રહે છે; પણ તેને તે રેખાથી ૭૫° કે નીચું નમાવવા આવે તો પેલી આંકા વાળી પટ્ટી લોલક નીચે ફરે છે. એમ કરતાં આખરે તે સળિયો પટ્ટી પરના જે આંકા આગળ આવે તે ઉપરથી યંત્ર કેટલા અંશ નમ્યું કે ઉચું થયું તે જણાય છે. કોઈ પણ ઢળતા થર પર આ યંત્ર મુકવાથી તે થર ક્ષિતિજ રેખા જોડે કેટલાં અંશનો ખુણો કરે છે તે તુરત ખબર પડે છે.

**વિસ્તારરેખા (સ્ક્રૂધર્ક) :—**કોઈ પ્રદેશની તુલનામાં અમુક થર જે દિશા લે તે તે થરની વિસ્તારરેખા (સ્ક્રૂધર્ક) કહેવાય છે. ટિનના પતરાને પાણીની તાંબા કુંડીમાં આડું રાખી બોળાએ તો પાણીની સપાટી તથા પતરાની સપાટી એ બે એક એકને છેદે છે તે રેખા પતરાની વિસ્તાર રેખા કહેવાય; એટલે કે પતરું તે દિશામાં વિસ્તરેલું છે. આ પ્રમાણે પાણીમાં બોળેલા પતરાપર પાણીનું ટીપું મુકીએ તો તે તેની પર જીલામાં જીલા ઢાળે નીચે સરી પડે છે. એ ટીપાની સરવાની રેખા નમન કોણ બતાવે છે. આ પ્રયોગ પરથી જણાય છે કે કોઈ પણ થરની નમનકોણરેખા તથા વિસ્તાર રેખા એક એકને કાટખૂણે હોય છે. કોઈ પ્રદેશમાં ઉત્તરથી દક્ષિણ દિશામાં વિસ્તરતા થર કાંતો ક્ષિતિજને કાટખૂણે આવેલા હોય અથવા તો પૂર્વ કે પશ્ચિમ દિશા તરફ ઢળી પડેલા હોય. થર સીધા હોય તો તેમની વિસ્તાર રેખા સીધી હોય પણ જો તે ગડી પડેલા કે બીજી કોઈ રીતે વળા ગયેલા હોય તો તે રેખા પણ તેમને અનુસરતા આકારની થાય.

**સ્તર શિલાઓમાં જણાતાં કેટલાંક ખાસ દર્શ્યો તથા રચનાઓ :—**

**સ્તરની ગડીઓ :—**સામાન્ય રીતે ઢળી પડેલા કે ધસી પડેલા



થર લાંબા અંતર સુધી સરાસરી એક સરખો નમન કાણુ તથા વિ-  
સ્તાર રેખા દેખાડે છે. સામાન્ય નિયમ તરીકે મેદાનોમાં પૃથ્વીના



આ. ૧૧ પૃથ્વીના પોપડાની અંદરના વિકૃત થયેા.

મ થી ન સુધીની રેખા હવા તથા પાણીની અસરથી થતા ખવાણની  
મર્યાદા બતાવે છે. અ, મધ્યકાંઠ ગચેલા થર, અર અર નમિલા થર, હા-હા  
ગરી બળી ગચેલા થર, અર અર અર અર અંદરના થર, અ અંદરના થર.

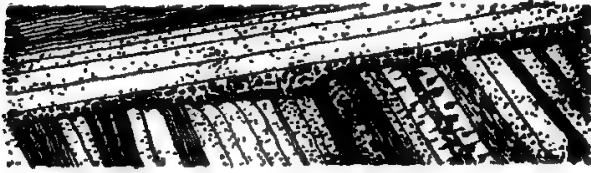
પોપડાની ગરીઓ-સ્તર ગરીઓ એવી ખુલ્લી અને પહોળી હોય છે  
કે એકજ ગરીઓની ટોચ તથા તળિયા વચ્ચે કેટલીક કુંડી  
કે કેટલાક સેંકડો માઇલ આવી ગચેલા હોય છે. ગરીની ઉપલી ક-  
માનની તથા નીચલી કમાનની ટોચ વચ્ચે આટલું મોટું અંતર હોવા-  
થી એ ગરીના પ્રદેશમાં આવતા થર લગભગ ક્ષિતિજને સમાંતર  
હોય એવા દેખાય છે. ટુંકામાં પૃથ્વીના પોપડામાં આવતી આવી ગ-  
રીઓ ને સમુદ્રમાં આવતાં મોજાં સાથે સરખાવી શકાય. ફરેક  
મોજામાં પાણીની સપાટીથી ઉંચો થયેલો ભાગ તથા તેની જોડેનો  
ખાડો એવા બે ભાગ હોય છે. અહીં પણ તેમજ હોય છે. પર્વત  
પ્રદેશની અંદર પણ આવાંજ મોજાં અથવા ગરીઓ જોવામાં  
આવે છે, પણ અહીં તેઓ બહુ પાસે પાસે આવી ગચેલાં હોય  
છે. કેટલાક પ્રદેશમાં તો આવાં મોજાં એક એકની ધણાંજ પાસે  
આવી ગચેલાં હોય છે, અને તેથી એ મોજા ૨૫ ટેકરીઓનાં શ્રેણી  
એક એકની પાછળ ડોળીયાં કરતાં તથા એક એકથી ઉંચાં ચઢતાં  
જોવામાં આવે છે. કેાઈ પર્વતની હારના મધ્ય પ્રદેશ આગળ આહું  
દરથ જોવામાં આવે છે. ટુંકામાં એક એકની પાછળ આવી જતી

અને ઉત્તરોત્તર ઊંચી થતી જતી ટેકરીઓ, પૃથ્વીના પોપડામાં થતા મોજાઓ ખતાવે છે. દુનિયામાંની ઘણી પર્વતની હારો આ રીતે ઉત્પન્ન થયેલી છે.

આગળ કહ્યું છે તેમ પૃથ્વીના પોપડામાં થતી આવી ગડીઓ મા બે ભાગ જોવામાં આવે છે. (૧) ઊંચી કમાનનો ભાગ અને (૨) નીચી કમાનનો ભાગ. પહેલા ભાગમાં આવેલા થર તેની વચલી ધરીની બે બાજુ વિરૂદ્ધ દિશામાં દળે છે, જ્યારે બીજા ભાગમાં આવેલા થર સામસામી બાજુઓથી મધ્ય રેખા તરફ દળતા રહે છે. આવી ગડીઓ કોઇવાર આછી અને પહોળી હોય છે, તો કોઇવાર સાંકડી અને ઉભી આવી ગયેલી હોય છે. કોઇકવાર તો તે ધ્વંસરેખાની એક બાજુ નમી પડેલી હોય છે. દરિયા કિનારે આવેલી ટેકરીઓની હારના ખુલ્લા પડેલા થરોમાં ચોટીજ ગડીઓ જોવામાં આવે છે પણ જ્યારે કોઇ દેશના થરોના છુલ્લાવાર નકશા બનાવવામાં આવે છે, સારે જણાય છે કે થરોની આવી રચના તો બધેજ જોવામાં આવે છે. એ કાંઈ કુદરતમાં અપવાદ રૂપ રચના નથી.

આવી ગડીઓ વાળા થર તેમની ઉત્પત્તિ વખતે તો ક્ષિતિજ સમસૂત્રજ હશે; પણ પાછળથી તેમની સપાટીની સમાંતર દિશામાં કાર્ય કરતા કોઈ અગોચ બળના કાર્યથી તેમાં એવી ગડીઓ પડી ગઈ હશે. મેજપર લુગડું કે કાગળ પાથરી બંને છેડેથી તેને દબાવતાં તેમાં આવીજ ગડીઓ પડી જશે. આવા બંને બાજુઓથી થતા દબાવણે પરિણામે જ પૃથ્વીના પોપડામાં પણ ઉપર જણાવી તેવી ગડીઓ પડી ગયેલી જણાય છે. પૃથ્વીના પોપડા પર આવું દબાવણ કરતાં બળને પૃથ્વીની હાલચાલ કહે છે. એવું બળ સાથી થાય છે તે હજી ચોક્કસપણે જાણી શકાયું નથી; પણ ધીરેધીરે થંડા પડી સંકોચાતા પૃથ્વીના અંદરના ભાગને અનુકૂળ થવા પૃથ્વીના પોપડામાં એવી ગડીઓ પડતી હશે.

(૨) અસંગતતા (અનકોન્ફર્મિટી):—ઘણી વાર એવું બને છે કે પૃથ્વીની સપાટી પર કાર્ય કરતાં વિવિધ બળોની અસરથી ખવાઈ ગયેલા થર બેસી જઈ દરિયાની સપાટીની નીચે ઉતરી પડે છે. આવે પ્રસંગે તેમની ઉપર નવા થર રચાવા માટે છે. એ નવા



આકૃતિ ૧૨ ચી.

થતા થર પહેલાં તો એ ખવાઈ ગયેલા થરની સપાટીમાંના ખાડાટકરા પૂરી નાંખે છે અને ત્યાર બાદ તે સપાટીના થરોના ખવાઈ ગયેલા છડાઓ પર નવા થર રચે છે. આવા દરબને અસંગતતા કહે છે, કારણ કે, દિશા અને ઘટના જોતાં જૂના તથા નવા થરમાં જરા પણ મળતાપણું જણાતું નથી.

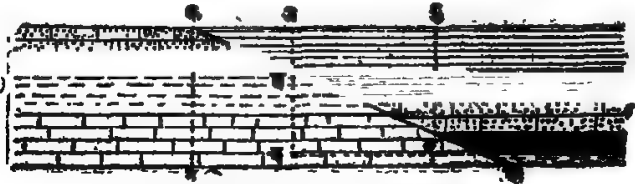
(૩) સ્તર-શિલામાં સાંધા:—ઘણી ખરી સ્તર-શિલાઓમાં તેમની સપાટીને સમાંતર આવેલી સાંધાથી જુદા આકાર તથા કદના ચોસલાં પડી ગયેલાં હોય છે. જળદાર શિલાઓમાં આવી સાંધા ઘણી-વાર એકજ થરની મર્યાદામાંથી પસાર થાય છે, અને એક એક પર આવેલા થર આવી સાંધાથી જુદા પડતા હોય છે. થરોની વિસ્તાર રેખા તથા નમન કોણ રેખા એ બંને તરફ આવી સાંધો હોય તો તેનાથી થરોનાં નાના મોટા કદના ચોખ્ખાં ચોસલાં પડી જાય છે. ખાણ ખોદનારા આવી સાંધોના લાલ લઈ આખાં ને આખાં ચોસલાં ઉખેડી કાઢે છે. ઝાડનાં મૂળ આવી સાંધામાં ઉતરી તેમને પહોળા કરે છે. અને અંતે તે થરનાં ચોસલાં નીચે અખડાવી પાડે છે. એવી સાંધામાં મરેલું પાણી શિયાળાની ઠંડીમાં જમી, ફૂલી

ઐવીજ અસર કરે છે. ઐવીજ સાંધામાં થઇ મરેલું પાણી નીચી સપાટીએ ઝરણુ રૂપે બહાર નીકળી વહે છે. આવી સાંધવાળાં કંઠણુ સિલાના થરની નીચે પોચા થર આવેલા હોય છે, ત્યારે હવાના કાર્યથી નીચલા પોચા થર ખવાઇ જાય છે, અને પરિણામે તેની ઉપર આવેલો કંઠણુ થર નિરાધાર થતાં તેનાં ચોખડાં ચોસલાં નીચે ગબડી પડે છે. આમ થવાથી બિબી ધારો પેદા થાય છે. બિબા ટેક-ગાઓની ધારો ઘણીખરી આ રીતે થયેલી હોય છે.

થર ઉપસતી વખતે તેમજ તેમાં ગડીઓ પડતી વખતે થતા બળની અસરથી તેમાં આવી સાંધા થતી જણાય છે.

(૪) સ્તરભંગ (ફ્રાક્ચર):—પૃથ્વીના પોપડા પર બાબુઓ પરથી થતા પ્રબળ દબાણને પરિણામે થતા ફેરફારોમાં સૌથી વધારે ધ્યાન બેંચે એવો બનાવ તો પોપડાના થરોનું ભાંગી જવું છે. અણુચીત્રમાં પડી જતાં અથવા અકસ્માત થતાં માણસના હાથ પગનું હાડકું સાંધા-માંથી ઉતરી જાય છે અથવા ભાંગી જાય છે તેમ પૃથ્વીના પોપડાપર બાબુઓથી થતા દબાણની અસરથી તે પોપડાના થર પણ ઉતરી જાય છે અથવા ભાંગી જાય છે.

આવે પ્રસંગે મૂળ થરનો છુટો પડેલો ભાગ કેટલો નીચો ઉતરી પડે છે તથા એક બાબુ કેટલો આધો સરી જાય છે તે જાણવું જરૂરનું છે. તે ભાગના નીચે ધસી પડવાને અધ:પતન (થ્રો) અને

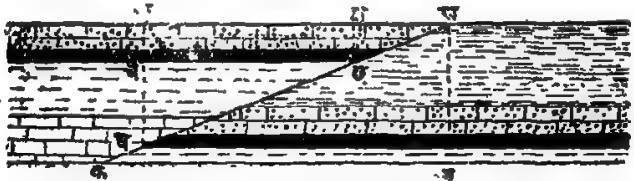


આકૃતિ ૧૩ મી. સ્તરભંગ.

ક સ્તરભંગ રેખા, ગ અધ:પતન થઈ પાશ્વસ્થ રેખા;  
જ સ્તર સ્તર અવલસ.

ખાજીએ સરી જવાને પાર્શ્વપતન (શિફ્ટ) કહે છે. થરના તુટેલા ભાગ એક ખાજી સરી જાય એવે પ્રસંગે સ્તરભંગ સહો અથવા સાધારણ કહેવાય છે. સ્તરભંગ થયેલા પ્રદેશમાં કોલસાના અથવા કોદળીના રંગિત પથ્થરના થર આવી ગયા હોય તો સ્તરભંગ સહેલથી જોઈ શકાય છે. સાદા સ્તરભંગવાળા પ્રદેશમાં તુટેલા થરના સરી ગયેલા છેડાઓ વચ્ચે ચામડો મારવામાં આવે તો તેમાં સરી ગયેલા થરની જરા પણ નિશાની જણાય નહિ. ભાંગેલા થરના તુટેલા છેડાની સપાટી નિયમિત આકૃતિવાળી અને સુવાળી અથવા તો કાપા, ખોલણો અને પોલાણોવાળી હોય છે. પાછળથી એ સપાટીના પોલા ભાગમાં થરના તુટવાથી પડેલા છોલ ભરાય છે અથવા તો તેમાંથી ઝમતા પાણીમાં ઝોગળેલાં ખનિજ દ્રવ્યોના સ્ફટિકાથી તે પુરાય છે. પૃથ્વીના પોપડાના તે ભાગમાં અંદર મરેલું પાણી આવા સ્તરભંગના તુટેલા પ્રદેશમાં ઝરણુ રૂપે બહાર નીકળી આવે છે.

ધણીવાર એવું બને છે કે થરના ભાંગવાથી થયેલા કકડા એક એકથી દૂર સરી જવાને બદલે, ભાંગેલા હાડકાના છેડાઓની પેઠે એક એકની ઉપર ચઢી જાય છે. આવા સ્તરભંગને વ્યાસ સ્તર-



આ. ૧૪ વ્યાસસ્તરભંગ.

સંજ્ઞાની સમજૂતિ આ. ૧૩ મુજબ.

ભંગ (ઓવર ફોલ્ટ) કહે છે. આ પ્રકારના સ્તરભંગમાં સ્તરભંગ પ્રદેશમાં સાચડો મારે તો ભાંગેલા થર બે વાર કાચાય.

સ્તરભંગ રેખા ધણીવાર એકબી બને અખંડ હોય છે, પણ કેટલીકવાર તેની શાખાઓ પડેલી દેખાય છે. કેટલીકવાર છૂટા પડેલા

થરના ભાગોમાંથી ઉત્તરોત્તર ભાગો છૂટા પડી નીચા દબાતા જાય છે. આવે પ્રસંગે સ્તરભંગ રેખા પગથિયાંની હાર જેવો આકાર ધારણ કરે છે. એવો સ્તરભંગ સોપાનસ્તરભંગ (સ્ટેપ ફોલ્ટ) કહેવાય છે. કેટલીકવાર કોઈ થરોમાંથી અમુક ભાગ બને ખાલુએથી છૂટો પડી નીચે ઉતરી પડે છે. આવે વખતે મૂળ થરના છેડા તથા તેમનાથી છૂટો પડેલો ભાગ મળી પાણીની ટાંકી જેવો આકાર ધારણ કરે છે. આ કારણથી એવા સ્તરભંગ પાત્રસ્તરભંગ (ટ્રક-ફોલ્ટ) કહેવાય છે.

### અગ્નિકૃત શિલાઓ ( ઇગ્નિયસ-રોકસ ).

ક્રિયાવત્ જ્વાળામુખીમાંથી નીકળતાં દ્રવ્યોમાંથી થતી શિલાઓ:—આપણે આગળ જોયું છે કે ચપલ અને ક્રિયાવત્ જ્વાળામુખીના મુખમાંથી બીનો ધગધગતો પાષાણુ રસ, મોટા ગોળા, ગોટા, પથરા તથા વરાળ અને રાખોડીના ગોરગોટા બહી ચોમેર ફેલાય છે. તેના મુખમાંથી નીકળતો પાષાણુ રસ પૃથ્વીના બિંડા ભાગ-માંથી આવે છે. તે બધે ઠંડાણે એક સરખો ધટ્ ઠોતો નથી. કોઈકે સ્થળે એ જાડો હોય છે અને જ્વાળામુખીના મુખથી બહુ દૂર ફેલાતો નથી, જ્યારે બીજે સ્થળે તે પાતળો હોય છે અને જ્વાળામુખીની આસપાસ ધણા માઈલ સુધી ફેલાઈ જાય છે. આ બીનો પાષાણુ રસ પૃથ્વીના ગર્ભમાંથી બહાર આવી થોડી કે વધારે વાર વહે છે, પણ તે દરમ્યાન તેની ગરમી પગલે પગલે બહાર નીકળી જવાથી આખરે વહેલો કે મોટો તે ઠરી જાય છે. આ ઉપરથી જાણ્યો કે જ્વાળા-મુખીના મુખમાંથી નીકળતા રસનો ધણો ખરો ભાગ તો તેની પાસે ને પાસે જામી જાય છે. વળી તેની અંદરથી નીકળતી રાખોડી તથા બીજા પદાર્થોનો ધણો મોટો હિસ્સો પણ એજ રીતે તે પર્વતની પાસેજ એકઠો થાય છે, પણ કેટલોક ભાગ બહાર પાસે કોઈ જગ્યાએ

હોય તે તેમાં પડે છે અથવા હવાના પ્રવાહમાં બળી ધણે દૂર સુધી ધસાડાઈ જાય છે.

નવાળામુખીના મુખમાંથી ફેંકાતાં ઉપર ખતાવેલાં દ્રવ્યોનું કેવું રૂપાંતર થાય છે તે હવે આપણે તપાસીએ. ઊનો પાષાણુરસ વહેતો હોય છે તે વખતે તેની અંદરની વરાળ જોર કરી બહાર નીકળે છે. આ વરાળના બહાર નીકળવાને જોરે પ્રથમ તે રસની ઉપલી સપાટી-પર પરપોટા થાય છે, અને તે ફાટતાં ત્યાં ખાડા પડી જાય છે. આવી ખાડાવાળા સપાટીવાળો તે રસ આગળ વહે છે અથવા પહોળો પથરાય છે ત્યારે તેની ઉપર પડેલા મૂળ ખાડા પણ ખેંચાઈ લાંબા થઈ જાય છે. ઘણી વાર પાસે પાસે આવેલા આ ખાડા લાંબી સળીઓ કે દોરીઓના આકાર ધારણ કરે છે. ઘણી વાર આ પીગળેલા રસના સમૂહમાં પટીઓ કે રેખાઓ જેવા આકાર બની જાય છે. આવાં નીશાનોવાળાં શિલાઓ જોતાંજ તેની ઉત્પત્તિની કલ્પના ઝટ કરી શકાય છે. ઘણીવાર એવું બને છે કે શરૂઆતમાં થયેલા ઠંડેલા પાષાણુ રસના થર ઉપર કેટલાક નવા થર બાંધે છે અને એવે પ્રસંગે ઉપલા થરોમાંથી ઝમવું પાણી, નીચેના થરોમાં આવેલા ખાડાઓમાં ભરાય છે. એ પાણીમાં ચુનાનો કાર્બોનેટ ક્ષાર કે સૈકતદ્રવ્ય (સિલિકા) ઓગળેલાં હોય છે, અને તે પાણીમાંથી સ્ફટિક રૂપે છૂટાં પડી, બદામ જેવા આકારના પિંડોથી તે ખાડા પૂરી દે છે.

કોઈ સાધારણ દ્રાવણમાં પાણીમાં જુદા જુદા ક્ષાર ઓગળેલા હોય છે તેમ ભૂગર્ભમાંથી બહાર ફેંકાતા આ ઊના પાષાણુ રસમાં જુદી જુદી રાસાયનિક ઘટનાવાળાં દ્રવ્ય સંપૂર્ણ પણે મિશ્ર થયેલાં હોય છે. આવા દ્રવ્ય સમૂહ ઠંડો પડે છે, ત્યારે પ્રથમ તો તેમાંના પરસ્પર આકર્ષણવાળાં રાસાયનિક તત્ત્વ એક એક જોડે મળી જાય છે, અને ત્યાર બાદ જુદા જુદા આકાર અને કદનાં સ્ફટિકો તેમાં બંધાવા માંડે છે. આ પાષાણુ રસ ખુલ્લી હવામાં વહેલો ઠંડો પડી જાય છે, પણ પૃથ્વીના ઊંડા ભાગમાં તે એટલો જલદી ઠંડો પડી

શકતો નથી. પૃથ્વીના ઊંડા ભાગમાં આવેલા પાષાણ રસની ઉપર ઘણા ચરોતું દબાણ ચતું હોય છે તો તો તે ધણેજ ધીરે ઠંડો પડે છે. આ રસ ધણી ઝડપથી ઠંડો પડવા પામે તો તેમાં સ્ફટિકો પેદા થતાં નથી, પણ તે લીસા ચળકતા કાચ જેવા રૂપમાં જામી જાય છે; પણ જો તે ધીરે ધીરે ઠંડો પડે અને તેને ઠંડો પડવા માટે જોઈતો સમય મળે તો તે દ્રવ્ય સમૂહ બધો સ્ફટિકમય થઈ જાય છે. જ્વાળા-મુખીમાંથી નીકળતા ઊના પાષાણ રસને ઠંડો પડવા માટે જેવા સંજોગો મળ્યા હોય તેને અનુસરી તેની અંદરની રચના કાચ રૂપ નથા સ્ફટિકમય રૂપ એ બે રૂપોની વચ્ચેનું કોઈ રૂપ ગ્રહણ કરે છે. કોઈક ઠેકાણે નાનાં સ્ફટિકોની કે કાચમય દ્રવ્યોની જૂમિમાં મોટાં કદનાં સ્ફટિકો આવી ગયેલાં હોય છે તો કોઈક ઠેકાણે અમુક દ્રવ્યનાં સ્ફટિકોની જૂમિમાં બીજા દ્રવ્યનાં સ્ફટિકો આવી ગયેલાં જણાય છે. કોઈક વાર એમ બને છે કે પૃથ્વીના ઊંડાણમાં આવેલાં રસમાં મોટાં કદના સ્ફટિકો બંધાવા માંડે છે, પણ એટલામાં તે રસ મુખવાટે બહાર રેડાય છે. આમ થતાં પીગળેલો રસ ઝડપથી ઠંડો પડે છે અને તેનું દ્રવ્ય નાનાં નાનાં સ્ફટિકોના રૂપમાં બદલાઈ જાય છે. આ પ્રમાણે થયેલી નાનાં સ્ફટિકોની જૂમિમાં પ્રથમ બનેલાં મોટાં સ્ફટિક અર્ધ ખવાયેલાં દટાયેલાં જણાય છે.

**જ્વાળામુખી કાર્બનિક પડતાં થતા રચના-વિશેષો:—**

કોઈ જ્વાળામુખીમાંથી પાષાણ રસ બહાર ઉઘરાવા માંડે છે, તે પહેલાં તે સ્થળે આવેલા પહાડની નીચેની જમીનમાં કે પહાડના શરીરની અંદર જે કાંઈ ફાટ ચીરા હોય છે, તે બધા તે રસથી પૂરાઈ જાય છે. જ્વાળામુખી કાર્બનિક પડે છે, ત્યારે તો પાષાણ રસ મુખની બહાર નીકળતો નથી, પણ મુખ સુધી ઉઘરાઈ આવી શમી જાય છે કે પહાડના શરીરમાં આવેલાં ફાટ કે ચીરા પૂરી નાંખે છે. મુખ પૂરાઈ ગયું હોય છે તો તે રસ જોર કરી નવું મુખ કરવા



નય છે અને તેમ કરતાં ફાટ કે ચીરા પાડે છે. પાછળથી તે ફાટ-ચીરા તેના ઉભરાતા રસથી પૂરાય છે. રસથી પૂરાયેલી ફાટ સાંકડી અને અનિયમિત આકારની હોય છે કે બીંત જેની ઊભી અને પહોળી હોય છે. ધણીવાર પૃથ્વીની અંદર આવેલી ગુફાઓ કે બખોલો આવા રસથી પુરાઈ જાય છે. આવી બખોલોમાં પૂરાયેલો રસ ધીરે ધીરે ઠંડો પડે છે તેથી બહુધા સ્ફાટિક મય હોય છે. આવી બખોલોમાં મર્યાદા બાંધનાર શિલાઓ તે બખોલોમાં પાછળથી ભરાયેલા રસમાંથી થયેલાં દ્રવ્ય કરતાં પ્રાચીન હોય એ દેખીતું જ છે.

**શાંત પડેલા જ્વાળામુખી:**—જ્વાળામુખી કાય હમેશને માટે શાંત પડી ગયા પછી પણ જ્વાળામુખી પર્વત ઓળખવે અથરો પડતો નથી. તેનો થંડુ આકાર, તેની મધ્યમાં આવેલું ઊંટું તળાવ જેવું મુખ તથા તેની આસપાસ આવેલા જમી ગયેલા પાપાણુ રસના અને રાખોડીના થરથી તે તરત ઓળખાઈ આવે છે. ધણીવાર શાંત થઈ ગયેલા જ્વાળામુખીનું ગળું પથરા, રાખોડી, વજેરેથી અથવા જમી ગયેલા પાપાણુ દ્રવ્યથી રૂંધાઈ ગયેલું જેવામાં આવે છે. જુના જ્વાળામુખીઓમાં તો ધણીવાર હવા તથા પાણીના ધસારાથી મુખનો ભાગ તદ્દન ખવાઈને નાશ પામેલો હોય છે અને એવે પ્રસંગે આસપાસના જમીલા પાપાણુ રસના તથા રાખોડી વજેરેના થરથી તેનું સ્થાન નક્કી કરી શકાય છે. સલાદિ ઘાટના ભાગમાં આવી સ્થિતિ છે. ત્યાંની શિલાઓની ઘટના તથા ખાસ લક્ષણો ઉપરથીજ ત્યાં પૂર્વે જ્વાળામુખી કાર્ય થયાનું અનુમાન કરી શકાય છે.

આવા શાંત પડેલા જ્વાળામુખીઓ ઉપર હવાજળ તથા ગરમીનું કાર્ય સતત ચાલતાં એ અમોઘ અને અનિવાર્ય બળોની અસર નીચે તેના પાપાણુ દેહ ધીરે ધીરે ધસાતો જાય છે. એ કાળક્ષયના વ્યાધિ-થી એને કાંઈ બચાવી શકતું નથી. આમ એક એક પુટ ધસાતાં આખરે તે એટલો બધો ફીણુ થઈ જાય છે કે તેને જોઈ તેનાં મૂળ કદ અને લઘ્યતાનો જરા પણ ખ્યાલ આવી શકતો નથી.

કેટલીક વાર તો એવું પણ બને છે કે આ પ્રમાણે ઘસાતાં ઘસાતાં આખો જ્વાળામુખી ભોંય ભેગો થઇ જાય છે અને ભૂમિતલ પર તેનું સ્થાન સૂચવનાર કાંઇ નિશાન રહેતું નથી. આવે પ્રસંગે તે સ્થળે ભૂગર્ભમાં મળી આવતી જામેલા પાષાણુ રસથી પૂરાયેલી ફાટોની જાળથી તથા સ્ફટિકમય દ્રવ્યોથી ભરાયેલી પોલાણુ ઉપરથી ત્યાં પૂર્વે થઇ ચયેલા અમિસૈલનું સૂચન થાય છે. ઘણીવાર એવું બને છે કે અમિસૈલની શિલાઓમાં થઇ ઝમતું પાણી તે શિલાઓમાંનાં ઘણાં દ્રવ્યોને ઓગાળી લઈ જાય છે તથા તેમની જગાએ નવાં દ્રવ્યો મૂકતું જાય છે. આ રીતે મૂળ શિલાઓની રાસાયનિક ઘટનામાં એટલો બધો ફેરફાર થઈ જાય છે કે મૂળ શિલાઓની ઘટના કેવી હશે તે કહી શકાતું નથી. જળદાર અથવા જલકૃત શિલાઓની પેઠે આ અમિકૃત શિલાઓમાં પણ આદી સાંધો પડેલી જોવામાં આવે છે. શિલાઓ ઘટ અને એક સરખી ઘટનાવાળી હોય અને એક એકની ઉપર આવેલી શિલાઓની સપાટી સમાંતર હોય છે તો તેમાંની સાંધો ઘણીજ નિયમિત અને સુંદર હોય છે. આવી સાંધાથી જામી ગયેલા પાષાણુરસના સમૂહમાંથી વિવિધ આકારના થાંભલા રચાય છે અને તેથી તે શિલા સમૂહ જલકૃત શિલા જેવો ઉપરચોટીઓ આકાર ધારણ કરે છે.

**અમિકૃત શિલાઓવાળા પ્રદેશોનું દૃશ્ય તથા તે શિલાઓનો વ્યવહાર ઉપયોગ:**—અમિસૈલનો સામાન્ય આકાર શંકુ જેવો હોય છે. તેની ટોચે તળાવડી જેવો મુખનો ભાગ હોય છે અને તે મુખને તળાવેથી ભૂગર્ભમાં ઊંડે સુધી એક લાંબી નળી જેવો ભાગ હોય છે. આવા અમિસૈલોના મુખમાંથી નીકળેલા પાષાણુ રસના જામવાથી ચયેલા પર્વત પ્રદેશો તેમની સપાટ અગાતી જેવી ટોચ, પહોળા ઢાળ તથા વાંકાચૂંકા ઘાટમાંથી ઘણા શોભીતા જણાય છે. તેમની સપાટ અગાતી જેવી ટોચને લીધે તે કોલેનધી કામ માટે ઘણા અનુકૂલ છે. આજ કારણથી ઘાટનાં શિખરોને મરાઠાઓએ

પહાડી કિલ્લાઓ આંધવા માટે પસંદ કરેલાં. વળી આ પર્વતોમાં વારા ફરતી નકર અને પોચા થર આવતા હોવાથી ગુફા કેરી કાઢવા માટે પણ તે ધણી અનુકૂળ છે, અને તેજ કારણે પૂર્વકાળમાં બૌદ્ધ ધર્મની જાહોજલાલીના સમયમાં આ પહાડોમાં અનેક ગુફા-મંદિરો કેરી કાઢવામાં આવેલાં છે. આ પહાડોમાં ઝરણાબદ્ધ હોતાં નથી તેથી તેમાં વનસ્પતિની સમૃદ્ધિ બહુ હોતી નથી. ચોમાસામાં તથા તે મોસમ વીત્યા પછી કેટલાક સમય સુધી એની તળેટીમાં લીલાશ જણાય છે, પરંતુ ઉનાળો આવતાં તો સૂકાં ઘાસ તથા પાન વિનાનાં ઝાડનાં ડુંઠાં શિવાય કોઈ બીજી વનસ્પતિ જોવામાં આવતી નથી.

અગ્નિશૈલોમાંથી નીકળતી શિલાઓમાં ‘ ગ્રેનાઇટ ’ નામે ઓળખાતો કઠણ પથ્થર ઘણો ટકાઉ હોવાથી ગોદી, પૂલ, દીવાઢાંડી તથા કિલ્લાઓ જેવાં ભારે મકાન આંધવામાં વપરાય છે. એજ પથ્થરની બીજી જાતો સારી રીતે કપાય છે, વહેરાય છે તથા ઓપ લે છે, તેથી તેનો શોભાના કામમાં ઉપયોગ થાય છે. આ ઉપરાંત આ શિલાઓમાંથી નીકળતા શોભીતા રંગના અને ચળકતા પથ્થરો જાત જાતનાં મીનાકારી કામોમાં વપરાય છે. આ ઉપરાંત ‘ બેઝાલ્ટ ’ નામનો કાળો ચળકતો પથ્થર તથા ‘ ડોલેરાઇટ ’ નામનો પથ્થર પણ આંધકામ માટે બહુ ટકાઉ અને મજબૂત ગણાય છે. પણ આ પથરા ઘણા કઠણ હોવાથી તેમને ધડવામાં મહેનત અને ખર્ચ ઘણાં થાય છે તેથી તેમનો બહોળો ઉપયોગ થઈ શકતો નથી; પરંતુ તેમની કઠણાશને લીધે તે રસ્તા બનાવવાના કામમાં ‘ બેટલ ’ તરીકે ઘણા ઉપયોગી થઈ પડે છે. આથી પાકી સડકો આંધવામાં તેમનો બહુ બહોળો ઉપયોગ થાય છે.

જગતમાં વપરાતો ગંધક ઘણો ખરો જવાળામુખી પ્રદેશોમાંથી મળી આવે છે. ધુમાઈસ જેવા પથ્થર વસ્તુઓને ઓપ ચઢાવવાના કામમાં વપરાય છે, તથા હલકા પણ ટકાઉ પથ્થર મકાનો આંધવાના કામમાં આવે છે. ‘ ઓગ્નિસિયન ’ નામના ચળકાટવાળા કઠણ

પથ્થરમાંથી પાષાણ યુગના આપણા પૂર્વજો કુહાડા, છરા, તીર વગેરે બનાવતા હતા.

આ શિલાઓમાં ફાટો હોવાને પરિણામે એના ખવાવાથી થતી માટી પણ હિદ્રાળુ થાય છે અને તેથી તે સુકી પણ રસાળ હોય છે. વળી એ બોંય કાળા રંગની હોવાથી તે ધણા મોટા પ્રમાણમાં સૂર્યની ગરમી શોષી લે છે તથા તેમાં સોડા, પોટાશ અને ચુનાનું પ્રમાણ ઘણું મોટું હોવાથી તે સારી કસદાર હોય છે. ચીનાઇ માટી ‘કેમોલીન’ આવી કાંઇ શિલાના વિષદ્વનને પરિણામે પેદા થયેલી છે. આવી બોંયમાં ફાટ, ચીરા તથા પોલાણની જગા સિવાય પાણી ભાગ્યે જ નીકળે છે.

**અગ્નિકૃત શિલાઓની રાસાયનિક ઘટના તથા વર્ગીકરણ:—**  
આ શિલાઓમાં સિલિકા ૩૫ તેજળ, એલ્યુમિના, પોટાશ, સોડા, ચુનો વગેરે ભસ્મ દ્રવ્યો અને અસુક પ્રમાણમાં લોહભસ્મ એટલાં દ્રવ્યો જુદાં જુદાં પ્રમાણમાં ભળેલાં હોય છે. આ બધાં દ્રવ્યોમાં સૌથી અગત્યનું ‘સિલિકા’ છે—અને તે ૪૦ ટકાથી માંડી ૮૦ ટકા જેટલું હોય છે. શુદ્ધ સ્વરૂપમાં એ સિલિકા દ્રવ્ય ચક્રમક્રિયો પથ્થર બનાવે છે, પરંતુ સામાન્ય રીતે એ તેજળ ૩૫ સિલિકા દ્રવ્ય બીજાં ભસ્મ દ્રવ્ય જોડે ભળેલું હોય છે. જે શિલાઓમાં સિલિકા દ્રવ્યનું પ્રમાણ ૬૫ ટકાથી વધારે હોય તે અમ્લ શિલાઓ કહેવાય છે; ૫૫% થી ૬૫% ટકા જેટલા સિલિકા દ્રવ્યવાળા પથ્થર મધ્ય કહેવાય છે; અને ૪૫ થી ૫૫ ટકા જેટલા સિલિકા દ્રવ્યવાળા પથ્થર બાર્ડિક શિલા કહેવાય છે.

## વિકૃત શિલાઓ

ઉપર વર્ણવેલી જલકૃત તથા અગ્નિકૃત શિલાઓની મૂળ ઘટનામાં તથા રચનામાં પાછળથી અનેક કારણોને લઈ વિવિધ ફેરફારો.

ચાય છે. દાખલા તરીકે રેતીનાં કાચા પથ્થરનાં કણ વચ્ચે સંકેત. લોહમય કે ચૂનાનું કાર્બોનેટ દ્રવ્ય કોણરૂપે આવી જવાથી તે પાકા ચાય છે. ધણીવાર પ્રથમનું કોણ દ્રવ્ય થોડું થોડું કરી ઘોવાઈ જાય છે, અને તેની જગાએ નવું કોણ દ્રવ્ય આવી જાય છે. ધણીવાર બિનો ધગધગતો પાપાણુ રસ પૃથ્વીના પોપડામાંનાં ફાટ અને ચીરાઓમાં ધસી જાય છે ત્યારે તેની લગોલગ આવેલી શિલાઓમાં તેની અંદર રહેલી ગરમીને બળે બળી જળી સેકાઈ જાય છે અને તેમની સ્થૂળ રચનામાં ઘણો વિકાર થઈ જાય છે. ધણીવાર પૃથ્વીના પોપડાની અંદરના ભાગમાં આવેલી શિલાઓ તેમની ઉપર આવેલી શિલાઓના અત્યંત ભારથી દબાઈ કચરાઈ જાય છે અને પરિણામે તેમની રચનામાં ઘણા મોટા વિકાર થઈ જાય છે.

હવે આપણને સમજાય છે કે એકવાર રચાયેલી શિલાઓમાં પાછળથી જલ, અગ્નિ તથા દબાણથી અનેક નાના મોટા વિકાર થાય છે. આ બળો શિલાઓની મૂળ ઘટનામાં પણ કારણભૂત હતાંજ. એકનાં એક બળ ઉત્પન્ન પણ કરી શકે છે અને નાશ પણ કરી શકે છે. કરવાને પણ સમર્થ છે, ન હતું કરવાને પણ ભેટલાંજ સમર્થ છે. એ બળો ધ્વિરની શક્તિની સાખ પૂરે છે. આ બળો એક એક કે ભેગાં મળીને એક સાથે પણ કાર્ય કરતાં ભેવામાં આવે છે.

**જલથી થતા વિકાર:—**શિલાઓનાં સાધારણ ઘટક તેમની અંદર થઈ ગમતા વરસાદનાં પાણીમાં ધણે જોછે અંશે ઓગળે છે; પરંતુ બ્યારે એ પાણીમાં કાર્બન-ડાયોક્સાઇડ અથવા બીજા વાયુ ઓગળેલા હોય છે, ત્યારે તેની દ્રાવણ શક્તિ ધણી વધી જાય છે, અને પહેલાં નહિ ઓગળતાં ઘણા દ્રવ્યો હવે તેમાં ઓગળી શકે છે. અધુરામાં પૂરું આ પાણી પૃથ્વીની અંદરની ગરમીથી ગરમ થાય તો તે તેની શક્તિમાં ઘણો વધારો થાય છે. ભુદા ભુદા વાયુઓના ભેળવાળું વરસાદનું પાણી પૃથ્વીના ઊંડાણમાં અત્યંત દબાણ તથા ગરમીની અસર નીચે ઘણા મોટા રાસાયનિક ફેરફાર કરી શકે છે.

જે ખડકોમાં થઇ તે ઝમે છે તેનાં મૂળ દ્રવ્યોમાંનાં કેટલાંકને ઓગાળી  
ધસદી જાય છે અને તેમને બીજે કોઈ સ્થળે શિલાઓનાં ફાટ કે  
ચીરાઓવાળા ભાગમાં ઠારે છે. આ રીતે શિલાઓની અંદરની બખોલો  
જાતજાતનાં ખનિજોની રેખોથી પુરાઈ જાય છે. આવી રેખો ખનિજ  
શિરાઓ કે રેખો કહેવાય છે. આવી રેખોમાં સાધારણ ખનિજો  
તેમજ વિવિધ ધાતુઓ હોય છે. ઝમતા પાણીમાં ઓગાળી પછી  
તેમાંથી છુટાં પડી ફેલાં ખનિજ દ્રવ્ય સાધારણ રીતે બહુ શુદ્ધ  
સ્થિતિમાં હોય છે. જ્યાં જ્યાં ધાતુની રેખો જોવામાં આવે છે, ત્યાં  
ત્યાં તે આવી રીતે થઇ કે બીજી રીતે તે તો વિવાદસ્પર્ય છે, પણ  
બહુ પ્રસંગે તો તેની ઉત્પત્તિ આજ પ્રકારે થઇ હોય એમ જણાય છે.

**અગ્નિથી થતા વિકાર:**—અગ્નિથી એટલે કે ગરમીથી થતા  
વિકારની અસર તે અગ્નિના મૂળની પાસે આવેલી શિલાઓ જોતાં  
ઝટ સમજાય છે. પૃથ્વીના પોપડાની અંદર આવેલાં ફાટ કે ચીરામાં  
જોને ધગધગતો પાષાણરસ છુસી જાય છે તેવે વખતે તેની ગરમીથી  
તેની આસપાસ આવેલી અને ખાસ કરીને તેને અડકીને રહેલી શિલા-  
ઓમાં મોટા નાના વિકારો થાય છે. એવા સંજોગોમાં કેટલીક  
શિલાઓ માત્ર તપી કંઠણ થાય છે, કેટલીક ઓછી વધારે સેકાઇ  
કે દાઝી જાય છે, જ્યારે બીજી કેટલીકનાં કણ સફટિક રૂપ ધારણ  
કરે છે. આ રીતે આડીના પથ્થર કંઠણ તથા ચળકતા અને લીસા  
થઈ જાય છે અને સાધારણ રેતી પથ્થરો આરસપહાણના રૂપમાં  
બદલાઇ જાય છે.

**દબાણથી થતા વિકાર:**—જલ તથા અગ્નિના કાર્યથી શિલા-  
ઓની સામાન્ય સ્થૂલ રચનામાં ઝાઝા કે જાણુવા જેવો ફેરફાર થતા  
નથી, પરંતુ તેનાથી તે શિલાઓનાં ધટકમાં રાસાયનિક કે બીજી  
કોઈ જાતના વિકાર થાય છે. પરંતુ પૃથ્વીના પોપડાના સંકેતોવાથી  
થતા બાજુના દબાણથી તેમજ નીચલા થર પર થતા ઉપલા થરોના  
દબાણથી તો મૂળ શિલાઓની સ્થૂલ ધટના તદ્દન બદલાઇ જાય છે

એટલુંજ નહિ, પણ તે ઉપરાંત તેમનાં ઘટકોમાં ઘણો મોટો રાસાયનિક વિકાર પણ થઈ જાય છે, અને જુનાં ખનિજોને સ્થાને નવાં ખનિજ આવી જાય છે અને તે અવનવા સ્ફટિક રૂપો ધરી રહે છે.

**વિકૃત શિલાઓના વ્યવહાર ઉપયોગ તથા તેવી શિલાવાળા પ્રદેશોની રચના:**—પૃથ્વીના પોપડાના જે ભાગમાં આ જાતની શિલાઓ આવી હોય તે બધાનો દેખાવ એક સરખો હોતો નથી. ખંડના વિશાળ મેદાન પ્રદેશમાં વિકૃત શિલાવાળા ભાગ સપાટ અને કોઈ પણ જાતની વિવિધતા વગરના હોય છે; પણ પર્વત પ્રદેશમાં તો એ શિલાઓવાળા ભાગ ઘણાજ ખડખડા, આગળ પડતા અને સૂકાસૂક હોય છે. એવા પ્રદેશો ઓછી વધારે કંકણાશવાળી શિલાઓના બનેલા હોવાથી, હવા તથા પાણીના ખવાણથી તેમાં ઊભી ધારો અને ઊંઠી સાંકડી ખીણોવાળા પ્રદેશ પડી જાય છે. હાઇલેન્ડના સૃષ્ટિ સૌંદર્યનો આધાર ઉપર જળાવેલાં કારણોને આભારી છે.

વિકૃત શિલાઓમાંથી આર્થિક દૃષ્ટિએ ઉપયોગી ઘણાં ઘણાં દ્રવ્ય નીકળે છે. ખનિજ દ્રવ્યો ઘણાં ખરાં આવી શિલાઓના પ્રદેશમાંથી નીકળે છે. સ્ફટિકમય ચૂના પથ્થરમાંથી જાતજાતની ભાતવાળા આરસપહાણ મળે છે. ‘સર્પન્ટાઇન’ ખડક મોટા જથ્થામાં મળે તો તે ખડક સારો છે અને ધરની અંદર શોભાના પથ્થર તરીકે તેનો બહોળો ઉપયોગ થાય છે. ‘કર્બોનિફરસ’ નામની શિલામાંથી રસ્તાપર પથ્થરવાળું મેટલ બને છે. એવા ખડકોમાંથી ‘સોપ્સ્ટોન’ અને ‘આસ્બેસ્ટોસ’ પણ મળી આવે છે. ગ્રેફાઇટનો ઉપયોગ પેનસીલ બનાવવાના હિલોગમાં તેમજ ચીજોપર ઓપ ચઢાવવામાં તથા ધાતુ કે ટાંચ ગાળવાની મુસ બનાવવામાં ઘણા મોટા પ્રમાણમાં થાય છે. આ ઉપરાંત બીજા ઘણી જાતનાં કિંમતી નંગ આવી શિલાઓના પ્રદેશોમાંથી મળી આવે છે. સ્વેટ પથ્થરમાંથી પથ્થર પાટી અને પથ્થર પેનો થાય છે. વિશ્વાયતમાં ધરનાં છાપરાં કરવામાં તેનો ઉપયોગ

કરવામાં આવે છે. એ પથ્થરની જાડી જાતો ટાંકી બનાવવામાં તેમજ બીજા બાંધકામના ઉપયોગમાં પણ આવે છે.

## ઐતિહાસિક ભૂસ્તર વિદ્યા.

ખેડાણની ભોંય ખણી દૂર કરતાં તેની નીચેનો પૃથ્વીનો શિલામય પોપડાનો ભાગ દેખાય છે. કોઈ પણ પ્રદેશમાં આવેલો પૃથ્વીનો પોપડો કેવી શિલાઓનો અનેલો છે તે જોવા માટે તેનો સૌથી ઉપરનો માટીનો થર દૂર કરવા ધારીએ તો તે કામ બની શકે એવું નથી. એમ કરતાં તો જે માટી નીકળે તે નાંખી દેવાની જમીન મેળવવાનાં સાંસાં પડે ! આવે પ્રસંગે દેશના જુદા જુદા ભાગમાં આવેલી ટેકરીઓ, નદીની લેખડો, આગગાડીની સડકના કપાણ, પથ્થરની ખાણો, કુવા તથા સાયડાના કુવા વગેરે તપાસતાં તેટલા ભાગમાં આવેલી શિલાઓનું સામાન્ય જ્ઞાન અળી શકે છે. ગયા પ્રકરણમાં ત્રણ જાતની શિલાઓ વિષે સમજૂતિ આપેલી છે. આ બધી શિલાઓમાંથી અગ્નિ શિલા તથા વિકૃત શિલાઓ કરતાં જળદાર શિલાઓ સારી બને છે, કારણ કે તે જળાશયના તળિયાપર નિયમિત રીતે કમસર તથા ધીરે ધીરે કાંપ ફરવાથી બનેલી છે.

જળદાર શિલાઓના થર રમવાનાં પતાં પેટે બરાબર એક ઉપર બીજે એમ ગોઠવવામાં આવે તો બહારની સપાટીએથી જોતાં પૃથ્વીના પોપડાનું ઉપકું એકજ ખડકનું પડ જોવામાં આવે; પરંતુ સામાન્ય રીતે પૃથ્વીની સપાટી આગળ એક જાતની શિલાનો થર ન જણાતાં જુદી જુદી શિલાઓના સ્તરોપરે એટલે કે કોરાણો માત્ર જોવામાં આવે છે. જે થરોની એ કોરાણો છે તે તેમના મૂળ સ્થાન-માંથી કોઈ કારણે ધસી પડેલા હોવા જોઈએ. એ ધસી પડેલા થરોને સીધા કરી એક એક ઉપર ગોઠવી શકાય તો એ પ્રમાણે નીચેથી ઉપર સુધી ગોઠવાયેલા થરોમાં પહેલો કચો થયો હશે તથા



છેલ્લો ક્યો થયો હશે તે જાણી શકાય હુંકામાં દરેક થરની નીચે તેનાથી જૂનો થર આવ્યો હોય છે અને તેની ઉપર તેનાથી નવો થર આવ્યો હોય છે. સાધારણ રીતે અમુક થરની નીચે આવેલો થર તેનાથી જૂનો અને તેની ઉપર આવેલો થર તેનાથી નવો હોવો જોઈએ. જમીનના થર આપણે એક વાર ઓળખતા થઈએ તથા એ થરો કયા ક્રમમાં ગોઠવાયેલા છે તે સમજી લઈએ તો કોઈ પણ પ્રદેશમાં આવેલા જુદા જુદા થરોને આપણે તેમના કુદરતી ક્રમમાં ગોઠવી શકીએ.

સામાન્ય રીતે એક એકની ઉપર આવેલા થર નપાસતાં જણાય છે કે દરેક નીચેલો થર ધીરે ધીરે બદલાઈ આખરે તેની ઉપર આવેલા થરમાં ભળી જાય છે. આમ થવાથી પાસે પાસે આવેલા થરોની વચ્ચેમાં તૂટ જેવું કંઈ જણાતું નથી. પાસે પાસેના થરો વચ્ચે તૂટ ન હોય તથા જૂનો થર ધીરે ધીરે બદલાઈ નવા થરમાં ભળી જતો હોય ત્યાં આપણે એવું અનુમાન કરી શકીએ કે તે પ્રદેશમાં ભૌતિક સંજોગો બહુ ધીરે ધીરે બદલાયા હશે, અને તેથીજ જૂનાં લક્ષણવાળી શિલાઓને બદલે નવાં લક્ષણવાળી શિલાઓ ક્રમે ક્રમે પેદા થઈ હશે. આમ હોવાને બદલે કોઈ પ્રદેશમાં જે થર વચ્ચે ચોખ્ખી તૂટ જણાય તો એમ અનુમાન થાય કે એ બે થરની રચના સમયની વચ્ચેના સમયાતરમાં કાંઈક અણુચીત્ત્વે મહાન ફેરફાર થયેલો હોવો જોઈએ. અસંગતતાનું દૃશ્ય જ્યાં જોવામાં આવે છે ત્યાં આવું અનુમાન ક્યાં વગર ખીન્ને ઉપાય રહેતો નથી. આવે પ્રસંગે સામાન્ય રીતે એવું અનુમાન થાય છે કે અસંગત થરોમાંના ઉપલા થર દુનિયાના ખીન્ન ભાગમાં સમુદ્ર તળિયા પર રચાતા હતા તે પૂર્વે નીચલા થર સૂકી જમીન રૂપે પાણી બહાર હતાં, પણ પાછળથી તે સમુદ્રની સપાટી નીચે દબાઈ ગયા અને ત્યાર બાદ તેમની ઉપર નવા થરો રચાવા માંડ્યા.

કોઈપણ જળાશયમાં કાંપ કરતો હોય તે વખતે કોઈપણ પ્રાણી

કે વનસ્પતિનાં મૃત શરીર કે અવશેષો ધસડાઈ આવે તો તે બધાં તેમાં દટાઈ સત્તવાઈ રહે છે. એ કાંપ દળાઈ દહ થતાં શિલા બને છે તેમાં પણ તે અવશેષો આવી રહેલાં હોય છે. જળકાર શિલાઓનો આ રીતે અભ્યાસ કરતાં જૂનાથી નવા થરોમાં આવતાં, જથ્થાય છે કે પૃથ્વી પર જુદા જુદા યુગોમાં એકે સરખાં અને એકજ જાતનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિ રહેલાં નથી, પણ વધતા જતા સમય સાથે પ્રાણી અને વનસ્પતિની રચનામાં ઘણા નાના મોટા ફેરફારો થયેલા છે. જુદા જુદા યુગોમાં રચાયેલી શિલાઓમાં મળી આવતા સજીવ દેહીઓનો ક્રમ એકવાર નક્કી થાય તો પછી શિલાઓમાંથી મળી આવતા સજીવ દેહીઓનાં સત્તવાયેલાં શરીરો કે અવશેષો તે શિલાની ઘટનાનો સમય નક્કી કરવામાં ઘણા ઉપયોગી સાધન થઈ પડે. આ દૃષ્ટિએ દરેક જળકાર થર પૃથ્વીના ઇતિહાસનું એક પૃષ્ઠ થઈ પડે છે અને એ પૃષ્ઠમાં લખેલી લિપિ તથા ભાષા સમજવાની કળ આપણને જો જડે તો ભગવતી વસુંધરારો ઇતિહાસ આપણને હાથ લાગે ખરો.

**સંરક્ષિત પિંડો (ફોસિલ્સ):**—આ શબ્દને બૂસ્તર વિજ્ઞાની ઘણા વિસ્તૃત અર્થમાં વાપરે છે. માત્ર સજીવ દેહીઓનાં શરીરનાં ખોખાંજ નહિ, પરંતુ સજીવ દેહીઓની હયાતી સિદ્ધ કરનારાં બધાં નિશાનનો પણ એમાં સમાવેશ કરવામાં આવે છે. આ રીતે છીપો, શરીર પરનાં બીંચડાં, દાંત, હાડકાં, ઝાડનાં ચૂડ, ડાળાઓ, ખીચાં, પાંદડાં, ફૂલ તેમજ પ્રાણીઓનાં દર તથા મળ-ગુંચળાં, કીડાના ચાલવાથી થતા લીસોટા તેમજ પગલાં—એ બધાંનો એમાં સમાવેશ થાય છે.

ઘણા પ્રસંગોમાં તો માટીમાં દટાયેલું શરીર જેવું ને તેવું સત્તવાઈ રહે છે. છીપ, પરવાળાં અને એવી કઠણ વસ્તુઓ તેમજ દાંત, હાડકાં અને બીંચડાં જેવી વસ્તુઓ તો તેમના મૂળ સ્વરૂપમાં સત્તવાઈ રહે છે, પણ ઘણીવાર એ સત્તવાઈ રહેલી વસ્તુનું મૂળ દ્રવ્ય ઘોવાઈ જઈ, તેનું સ્થાન કોઈ નવું ખનિજ દ્રવ્ય લે છે. હાખલા

તરીકે લાકડું, છીપાણી, પરવાળાં વગેરે વસ્તુઓમાં ચક્રમક્રિયાં દ્રવ્ય ફરે છે. આમ થતાં વસ્તુના મૂળ આકારમાં કે વિગતોમાં કંઈ ફેર પડતો નથી. કેટલીકવાર એમ પણ બને છે કે મૂળ ચીજનું બધુંજ દ્રવ્ય ધોવાઇ જાય છે, અને તેની જગા કોઇ નવું દ્રવ્ય ભેતું નથી, પણ જે જગ્યાએ તે મૃત સરીર હતું ત્યાં તેના આકારને અનુસરતું પોલાણ રહી જાય છે. ઘણીવાર શિલામાં રહેલા આવા પોલાણમાં ઝમતા પાણી વાટે કંઈ નવું અનિજ દ્રવ્ય ભરાય છે અને તે મૂળ મૃતપિંડનાં ખીખાંનો આકાર લે છે.

જળદાર શિલાઓમાં મળી આવતાં રક્ષિતમૃતપિંડનું (૧) જે શિલા સમૂહમાં તે હોય તેને અનુસરીને અથવા (૨) જીવવિજ્ઞાના વર્ગીકરણની યોજનાને અનુસરીને, એમ બે રીતે વર્ગીકરણ થઇ શકે છે.

**શિલાના થરોનું વર્ગીકરણ:**—પૃથ્વીના પોપડાના (૧) થરોની અંદર આવતી શિલાઓની ધટના (૨) તેમાં આવતાં ખાસ રક્ષિત પિંડો, (૩) તેમનો પૂર્વોપરક્રમ, તથા (૪) તે થરોની પરસ્પર સંબંધતા, એ ચાર તત્ત્વો લક્ષમાં રાખીને પોપડાના થરોનું વર્ગીકરણ કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિને અનુસરી જુદા જુદા દેશના જૂસ્તર વિજ્ઞાનીઓએ પોતાના દેશમાં આવેલા શિલાના થરોને પ્રાચીનથી અર્વાચીન એવા ક્રમમાં ગોઠવ્યા છે. આ પ્રમાણે પૂર્વોપર સંબંધને અનુસરી ગોઠવેલા થરોની અંદરના રક્ષિત પિંડોનો અભ્યાસ કરતાં જણાય છે કે તે થરોમાં સૌથી હિપરના એટલે છેલ્લામાં છેલ્લા થરોમાં આવતા રક્ષિત પિંડો હાલમાં પૃથ્વીના તક્ષપર રહેતાં વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓને મળતાં હોય છે. આ રીતે આપણે કરેલી થરોની ક્રમવાર રચનાનો તાજો મળી જાય છે અને તે ખરી છે એમ જણાય છે. નવીન થરોથી નીચે જતાં તે થરોની અંદર આવતા રક્ષિત પિંડો તથા હાલના સજીવ દેહીઓ વચ્ચેનું મળતાપણું કમી થતું જાય છે અને અતિ પ્રાચીન થરોમાં તો સજીવ દેહીઓની હયાતીની કંઈ નિશાની મળતી નથી,

જૂસ્તર વિદ્યાનીઓએ પૃથ્વીના પોપડાના થરોના મૂળ્ય પાંચ વિભાગ અથવા યુગ કહ્યા છે. એ વિભાગો નીચે મુજબ છે:—(૧) અર્વાચીન અથવા ચતુર્થ યુગ ( ક્વોર્ટર્નરી ) (૨) તૃતીય યુગ (ટર્શીયરી), (૩) દ્વિતીય યુગ (સેકન્ડરી). (૪) પ્રથમ યુગ (પ્રાઇમરી) અને (૫) અતિપ્રાચીન (આર્કીયન). તેમની અંદર આવતાં સજીવ દેહીઓને અનુસરી એજ થરોનું બીજી રીતે પણ વર્ગીકરણ કરવામાં આવે છે. એ વર્ગીકરણ મુજબ પાછલી યોજનામાં જેને આપણે અતિપ્રાચીન યુગ કહ્યો છે તે પિંડવિહીનયુગ ( ઇઓઝોઇક ) કહેવાય છે; જેને આપણે પ્રથમ યુગ કહ્યો છે તે પ્રાચીન સજીવ દેહીયુગ ( પેલીઓઝોઇક ) કહેવાય છે; દ્વિતીય અને તૃતીય યુગને સમાવેશ નવદેહીયુગમાં (નીઓઝોઇક) થાય છે, અને અર્વાચીન યુગને મળતો માનવયુગ (એન્થ્રોપોઝોઇક) છે. આ પ્રમાણે પાડેલા વિભાગોના તેમની ધટના તથા તેમની અંદરના રક્ષિતપિંડને અનુસરી પેટા વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છે. નીચેના કાંઠા ઉપરથી એ બાબત સહેલથી સમજશે:—

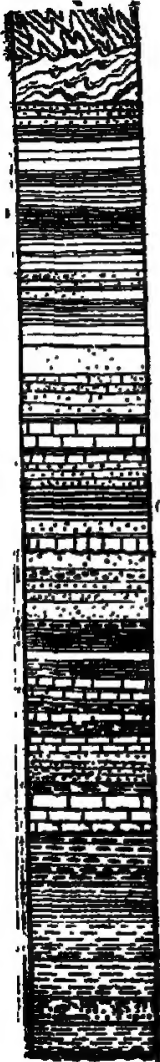


[ ૧૨૦ ]

પૃથ્વીના પાપડામાં આવતી જળકાર શિલાઓના  
વર્ગીકરણનો કોડો

અતિ પ્રાચીનયુગ (આર્કીયનએજ)	પ્રથમ યુગ (પ્રાઇમરી- એજ)	દ્વિતીય યુગ (સેકન્ડરી- એજ)	તૃતીય યુગ (ટર્શિયરી- એજ)	ચતુર્થ યુગ (ક્વોર્ટનરી- એજ)
પિડવિહીનયુગ (ઇએઝાઇક- એજ)	પ્રાચીન સ- જીવ દેહીયુગ ( પેલીઓ- ઝાઇકએજ)	રક્ષિત પિડાની દૃષ્ટિએ વર્ગીકરણ. નવદેહીયુગ (નીએઝાઇક એજ)		માનવયુગ
		મધ્યદેહીયુગ (મીઝોઝાઇક એજ)	નવદેહીયુગ (કાઇનોઝાઇક એજ)	(એન્ડોઝાઇક એજ)
પ્રાકિમ્બિયન	કેમ્બિયન, સિલ્યુરિયન ડેવોનિયન કાર્બોનિફરસ પર્મિયન.	ટ્રાએસિક જ્યુરેસિક ક્રીટસિયસ	ટર્શિયરી	પોસ્ટ- ટર્શિયરી

આકૃતિ ૧૧ મી



માનવયુગ  
(એન્થ્રોપો-  
ઝોઇકએજ)

{ ચતુર્થ યુગ (ક્વોર્ટર્નરી એજ) }

નવદહીયુગ  
(નીઓઝોઇકએજ)

{ તૃતીય યુગ (ટર્શિયરી એજ)  
દ્વિતીય યુગ (સેકન્ડરી એજ) }

પ્રાચીનદહીયુગ  
પેલીઓઝોઇકએજ

{ પ્રથમ યુગ (પ્રાઇમરી એજ) }

પ્રિસિલીનયુગ  
(પ્રિઓઝોઇકએજ)

{ અતિ પ્રાચીન (આર્કિયન એજ) }



